ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

ARS 1968 — Mensuel — N° 3 — Maandelijks — MAART 1968

TABLE DES ANNONCES



à la pointe du progrès par ses recherches constantes
EXPLOSIFS ET ACCESSOIRES POUR MINES, CARRIERES, TRAVAUX PUBLICS ET AGRICULTURE
Explosifs à la nitroglycérine, sans nitroglycérine, de sécurité et sismographiques
Accessoires de minage : cordeau détonant, mèche de sûreté, détonateurs, exploseurs, câbles à miner, appareils de contrôle
POUDRES DE CHASSE
EXPLOSIFS MILITAIRES ET MUNITIONS
T.N.T. / Hexogène / Mines
Grenades / Roquettes
Coups complets d'artillerie
Poudres d'artillerie et d'infanterie
Ball powder type OTAN
MISSILES
PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES
POUDRERIES REUNIES DE BELGIQUE
145, RUE ROYALE, BRUXELLES 1 (BELGIQUE)
TRADE MARK

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

ARS 1968 Mensuel — N° 3 — Maandelijks MAART 1968

COMITE DE PATRONAGE

MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Administrateur Délégué-Directeur de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
L. CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Bruxelles.
P. CULOT, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Commissaire Européen à l'Energie Atomique
L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
M. DE LEENER, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
P. FOURMARIER, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. van der REST, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
C. VESTERS, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Waterschei.

BESCHERMEND COMITE

HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijnen, t
Wemmel.
L. BRACONIER, Afgevaardigde-Beheerder-Directeur va
de N.V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », te Luik
L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Ko
lenmijnen van het Bekken van Charleroi en van d
Beneden Samber, te Brussel.
P. CULOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijne
van het Westen van Bergen, te Bergen.
P. DE GROOTE, Oud-Minister, Europees Commissaris voo
Atoomenergie.
L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolen
mijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
M. DE LEENER, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie de
Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, t
Brussel.
A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministerie va
Openbare Werken, te Brussel.
N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolen
mijnen van de Provincie Luik, te Luik.
P. FOURMARIER, Emeritus Hoogleraar aan de Universite
van Luik, te Luik.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, t
Brussel.
E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der Kem
pische Steenkolenmijnen, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijne
van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Sam
ber, te Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der Mijnen
te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolen
mijnen van de Provincie Luik, te Luik.
M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid
te Brussel.
P. van der REST, Voorzitter van de « Groupement de
Hauts Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
J. VAN OIRBEEK, Voorzitter van de Federatie der Zink
Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferr
Metalenfabrieken, te Brussel.
C. VESTERS, Voorzitter van de Associatie der Kempisch
Steenkolenmijnen, te Waterschei.

COMITE DIRECTEUR

MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
P. STASSEN, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
H. FRESON, Inspecteur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
P. GERARD, Directeur Divisionnaire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
P. STASSEN, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap «Evence Coppée et Cie», te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
H. FRESON, Ere-Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. GERARD, Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
J.M. LAURENT, Divisiedirecteur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

N° 3 - mars 1968

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

Nr 3 - maart 1968

Direction-Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie-Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chera — TEL. (04)52.71.50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5

Rue Borrens, 37-41 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1968/0168

Wettelijk depot : D/1968/0168

BELGIQUE-BELGIE

MINES DE HOUILLE - STEENKOLENMIJNEN

NOVEMBRE-NOVEMBER 1967

BASSINS MINIERS MIJNBEKKENS Périodes Perioden	Production nette Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks Voorraden t	Jours ouvrés Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL Nombre d'ouvriers / Aantal arbeiders Fond Ondergrond	Nombre d'ouvriers Fond et surface Onder- en bovengrond	Indices - Indices Taille Pijler	Indices Fond Ondergrond	Indices Fond et surface Onder- en bovengrond	Rendement (kg) Fond Ondergrond	Rendement (kg) Fond et surface Onder- en bovengrond	Présences (1) Aanw. (%) Fond Ondergrond	Présences (%) Fond et surface Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm. Belges Belgen	Mouvem. Etrangers Vreemdel.	Mouvem. Total Totaal	Grisou capté et valorisé Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	152.950	11.525	361.371	21,12	4.028	5.668	0,264	0,560	0,812	1.787	1.232	75,44	78,85	— 66	— 75	— 141	—
Charleroi - Charleroi	321.079	29.458	750.578	21,44	7.904	11.275	0,233	0,549	0,810	1.821	1.234	80,72	82,67	— 43	— 64	— 107	3.664.255
Liège - Luik	152.701	14.310	359.416	21,07	4.973	6.902	0,307	0,731	1,026	1.367	974	86,09	87,28	— 38	— 23	— 61	—
Kempen - Campine	803.775	46.648	1.377.683	21.00	17.187	22.197	0,142	0,466	0,605	2.145	1.652	90,34	91,37	— 75	— 61	— 136	2.145.582
Le Royaume - Het Rijk	1.430.505	101.941	2.849.048	21,20	33.975	45.897	0,193	0,523	0,718	1.911(3)	1.392(3)	85,48	86,90	— 222	— 223	— 445	5.809.837(2)
1967 Octobre - Oktober	1.404.658	100.223	2.850.689	21,61	33.681	45.685	0,197	0,537	0,742	1.861	1.348	84,44	86,17	— 298	— 248	— 546	5.368.612(2)
Septembre - September	1.339.755	93.999	2.889.471	20,89	33.236	45.466	0,200	0,537	0,748	1.861	1.336	83,87	85,83	— 264	— 418	— 682	5.801.237(2)
1966 Novembre - November	1.479.546	120.154	3.053.153	20,69	37.876	51.259	0,216	0,558	0,770	1.791	1.299	85,58	87,08	— 487	— 85	— 572	5.319.237(2)
M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86,66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1965 M.M.	1.648.843	116.857	2.419.050	20,46	46.591	62.582	0,227	0,602	0,825	1.660	1.212	83,62	85,46	— 346	— 480	— 826	6.588.896
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1963 id.	1.784.827	123.384	454.006	21,60	48.966	67.113	0,214	0,614	0,858	1.629	1.166	83,14	85,22	— 265	+ 237	— 28	5.721.228
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1961 id.	1.794.661	143.935	4.378.050	21,40	45.571	63.935	0,246	0,649	0,916	1.541	1.092	80,82	83,62	— 356	— 550	— 906	5.691.675
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 id.	2.437.393	270.012	2.806.020	24,04	86.378	124.579	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4.604.060
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	-	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1968 sem. du 20 au 26-4 Week van 20 tot 26-4	326.341	—	2.571.023	5,35	31.503	43.219	—	0,514	0,708	1.946	1.412	78	80	—	—	— 102	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisé. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2146 ; Fond et surface : 1544. — Zonder meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2146 ; Onder- en bovengrond : 1544.

BELGIQUE
BELGIE

FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES
LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t

NOVEMBRE 1967
NOVEMBER 1967

PERIODES PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations, publiques	Huisbrand, klein-bedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques Openbare elektr. centrales	Sidérurgie Ijzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. Metaalverwerkende nijverheden	Metaux non ferreux Non-ferro metalen	Chimie Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier Papierpulp, papier	Industries diverses Allerlei nijverheidstakken	Exportations Uitvoer	Total du mois Tot. v. d. maand
1967 Novembre - November	180.350		549.295	78.868	304.299	13.640	3.971	9.439	1.612	4.956	1.360	15.384	15.656		5.042	7.103	106.253	1.297.228
Octobre - Oktober	153.973		549.259	60.821	339.020	13.681	2.993	12.068	1.262	4.513	626	9.655	19.276		3,940	4.388	134.304	1.309.779
Septembre - September	179.491		529.924	60.278	316.397	12.457	3.184	11.749	1.110	3.850	450	3.754	18.256		4.113	4.146	131.508	1.280.667
1966 Novembre - November	211.296	(2) 12.371	460.288	98.537	348.570	15.603	5.676	14.752	2.078	5.854	2.039	8.877	16.068	(3) 12.180	5.269	20.630	126.737	1.366.825
M.M.	174.956	12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.486	15.996	11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1965 M.M.	199.055	13.850	514.092	82.985	328.016	9.420	6.730	19.999	10.123	15.861	1.453	7.909	18.819	27.628	7.295	13.802	152.092	1.429.129
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1963 M.M.	300.893	15.952	550.211	149.315	271.797	9.759	8.376	19.453	22.480	35.888	3.714	15.319	23.929	59.790	13.213	14.933	155.655	1.670.677
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1961 M.M.	260.895	13.827	608.290	92.159	344.485	8.240	8.989	33.515	22.660	54.590	6.120	18.341	29.043	61.957	13.381	22.202	237.800	1.836.494
1960 M.M.	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921(1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de steenkolen aan de gasfabrieken geleverd.
(2) Jusque fin 1966 : fourniture aux administrations publiques. — Tot einde 1966 : levering aan openbare diensten.
(3) [illegible]

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité - Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge Inheemse	Etranger Uitheemse	Enfourné In de oven geladen	Huiles combustibles Stookolie (t)	COKE - COKES (t) Production - Produktie: Gros coke Dikke cokes > 80 mm	Autres Andere	Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten		Sidérurgie IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques Openb. elektr. centrales	Chemins de fer Spoorwegen	Autres secteurs Andere sektors	Exportation Uitvoer	Total Totaal	Stock fin de mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arb.
Sidér. - V. staalfabr.	31	1.081	395.254	181.803	563.533	—	373.092	62.234	435.326	116	4.322									46.064	2.139
Autres - Andere . .	12	352	117.187	55.409	183.739	982	95.144	45.208	140.352	585	916									74.232	1.165
Royaume - Rijk . .	43	1.433	512.441	237.212	747.272	982	468.236	107.442	575.678	701	5.238	13.147		465.714	125	1.008	46.451	52.115	578.560	120.296	3.304
1967 Oct. - Okt. . .	43	1.433	534.826	287.160	769.344	797	487.249	104.426	591.675	102	4.502	8.853		477.671	13	1.105	41.677	66.195	595.514	128.275	3.307
Sept. - Sept. .	43	1.455	524.045	217.196	756.352	1.004	471.888	107.705	579.593	50	4.246	10.024		473.391	3.861	1.530	36.496	60.021	585.323	136.718	3.286
												(2)	(3)								
1967 Nov. - Nov. .	43	1.443	461.704	243.832	724.673	1.435	443.916	111.317	555.313	1.119	6.947	15.696	1.253	433.553	134	882	44.896	65.507	561.951	194.118	3.550
M.M.	43	1.439	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1965 M.M.	46	1.500	502.454	306.408	797.919	1.185	479.498	131.646	611.144	1.854	5.898	14.255	1.548	466.242	61	1.097	47.386	76.499	607.088	119.973	3.868
1964 M.M.	49	1.612	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.469	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1963 M.M.	51	1.668	537.432	254.416	779.546	1.153	469.131	131.231	600.362	6.274	5.994	16.368	2.766	461.484	431	2.223	50.291	60.231	593.794	147.877	4.109
1962 M.M.	49	1.574	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1961 M.M.	47	1.561	594.418	180.303	777.477	26.422(1)	475.914	124.904	600.818	5.964	4.877	11.308	2.739	452.985	323	1.041	52.213	72.680	593.289	265.942	3.775
1960 M.M.	49	1.581	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1954 M.M.	42	1.444	479.201	184.120	663.321	5.813(1)	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	1.585	42.996	73.859	498.608	127.146	4.270
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N. B. — (1) En hl. - in hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Services publics - Openbare diensten. — Ces deux rubriques sont réunies depuis janvier 1967 ; beide rubrieken zijn verenigd sedert januari 1967.

BELGIQUE COKERIES
BELGIE COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production Produktie	Consomm. propre Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie Staalnijverh.	Autres industr. Andere bedr.	Distrib. publ. Stadsgas	Sous-produits Bijprodukten (t): Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	194.814	93.859	10.392	81.138	2.826	52.818	15.715	4.780	3.399
Autres - Andere	66.737	30.262	25.004	—	488	26.578	5.214	1.442	1.654
Le Royaume - Het Rijk . . .	261.551	124.121	35.396	81.138	3.314	79.396	20.929	6.222	5.053
1967 Octobre - Oktober . . .	269.093	126.105	36.964	81.318	3.785	77.762	21.402	6.397	5.132
Septembre - September .	262.506	124.349	35.868	78.681	3.919	72.400	21.408	6.445	4.927
1966 Novembre - November .	258.517	120.440	35.174	76.962	4.045	81.101	20.638	6.232	5.015
M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1965 M.M.	280.889	131.875	79.215	68.227	7.117	76.506	23.501	6.745	5.687
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1963 M.M.	279.437	128.124	73.628	66.734	5.166	82.729	23.070	6.374	5.321
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82.950	23.044	6.891	5.239
1961 M.M.	274.574	131.894	71.334	63.184	8.869	76.584	22.451	6.703	5.619
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1954 M.M.	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	15.911	5.410	3.624
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.636

FABRIQUES D'AGGLOMERES NOVEMBRE 1967
AGGLOMERATENFABRIEKEN NOVEMBER 1967

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Min. - V. mijn.										
Indép. - Onafh.										
Total - Totaal	79.564	4.560	84.124	2.726	24.645	82.013	6.996	57.980	40.838	420
1967 Oct. - Okt.	61.624	4.350	65.974	2.106	18.124	63.385	5.397	44.593	42.065	407
Sept. - Sept.	61.748	4.544	66.292	1.998	13.86	63.144	5.526	50.635	40.914	410
1966 Nov. - Nov.	100.572	5.920	106.492	2.968	25.476	100.561	8.300	77.664	51.083	390
M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	61.598	48.875	482
1965 M.M. . . .	81.999	7.525	89.524	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.390	18.827	115.359	9.410	94.207	53.297	498
1963 M.M. . . .	178.499	13.113	191.612	3.337	19.390	182.333	15.148	168.778	5.763	—
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1961 M.M. . . .	81.419	15.516	96.935	2.395	12.755	91.880	7.623	82.896	17.997	449
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1954 M.M. . . .	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737	589
1948 M.M. . . .	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE **BRAI** NOVEMBRE 1967
BELGIE **PEK t** NOVEMBER 1967

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden			Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
	Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal			
1967 Nov. - Nov.	5.206	180	5.386	6.996	24.583	—
Oct. - Okt.	4.682	—	4.682	5.397	26.193	—
Sept. - Sept.	2.926	—	2.926	5.526	26.908	495
1966 Nov. - Nov.	5.435	—	5.435	8.300	48.863	
M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	477
1965 M.M.	4.739	1.593	6.332	7.122	68.987	1.147
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1963 M.M.	9.082	6.969	16.051	15.148	30.720	2.218
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1961 M.M.	7.116	451	7.567	7.516	19.887	3.984
1960 M.M.	5.237	37	5.274	7.099	22.163	3.501
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9 971	37.357	2.014

BELGIQUE **METAUX NON-FERREUX** NOVEMBER 1967
BELGIE **NON FERRO-METALEN** NOVEMBRE 1967

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten								Demi-finis - Half. pr.		Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
	Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Aluminium (t)	Antimoine, Cadmium, etc. Antim., Cadm., enz. (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	
1967 Nov. - Nov.	27.807	18.545	9.548	592	539		57.031	40.631	31.946	2.223	15.657
Octobre - Oktober	27.571	18.726	7.979	511	534		55.321	41.800	31.894	1.818	15.615
Septembre - Sept.	27.020	18.803	7.113	453	481		53.870	44.475	30.670	2.092	15.886
1966 Novembre - Nov.	24.186	20.627	7.471	663	188	389	53.524	42.547	31.471	2.208	17.523
M.M.	25.286	20.960	7.722	548	**212**	**384**	**55.112**	**37.580**	32.828	2.247	18.038
1965 M.M	25.780	19.983	9.230	443	266	368	56.070	36.711	31.503	2.082	18.485
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	288	352	50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1963 M.M.	22.620	17.194	8.203	701	296	368	49.382	33.606	24.267	1.579	16.671
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	237	401	44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1961 M.M.	18.465	20.462	8.324	540	155	385	48.331	34.143	22.519	1.642	17.021
1960 M.M.	17.648	20.630	7.725	721	231	383	47.338	31.785	20.788	1.744	15.822
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE **SIDERU**

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	PRODUC							
		Produits bruts Ruwe produkten			Produits demi-finis Half-produkten				
		Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Fer de masse Loep	Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en
1967 Novembre - November	40	808.573	885.047	(3)	30.412	55.317	193.879	41.563	3.313
Octobre - Oktober	40	803.743	881.687	(3)	47.422	63.129	198.668	51.746	3.322
Septembre - September	40	766.197	866.857	(3)	64.173	54.465	194.477	48.855	2.812
1966 Novembre - November	38	694.515	751.513	(3)	49.917	56.253	162.277	42.197	2.043
M.M.	40	685.805	743.056	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.486
1965 M.M.	43	697.172	764.048	(3)	46.941	82.928	178.895	33.492	5.532
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1963 M.M.	44	576.246	627.355	(3)	59.341	45.428	170.651	26.388	4.922
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1961 M.M.	49	537.093	584.224	5.036	55.837	66.091	159.258	13.964	5.988
1960 M.M.	53	546.061	595.070	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
1954 M.M.	47	345.424	414.378	3.278	109.559		113.900	15.877	5.247
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

N. B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — 3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbon Steenkolen	Coke Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignite Bruinkolen	Schistes Schiefer
C.E.C.A. - E.G.K.S.					
Allem. Occ. - W. Duitsl.	236.161	6.241	1.606	3.441	—
France - Frankrijk	17.674	7.918	3	—	—
Pays-Bas - Nederland	96.959	65.660	20.629	325	—
Ens. CECA - Sam. EGKS	350.794	79.819	22.238	3.766	—
Pays tiers - Derde landen					
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	5.279	960	—	—	—
E.U.A. - V.S.A.	85.835	—	—	—	—
Suisse - Zwitserland	—	1.326	—	—	—
U.R.S.S. - U.S.S.R.	17.980	—	—	—	—
Allemagne Or. - Oost-Duitsl.	—	2.337	—	133	—
Pologne - Polen	20.555	—	—	—	—
Ens. Pays tiers-Sam. d.-Land.	129.649	4.623	—	133	—
Ens. Nov. 1967 - Samen Nov.	480.443	84.442	22.238	3.899	—
1967 Octobre - Oktober	513.749	83.342	22.201	4.549	—
Septembre - September	523.443	62.113	21.978	4.209	—
1966 Septembre - September	462.545	52.269	27.676	5.599	—
M.M.	513.024	46.053	28.470	5.569	—
Repartition - Verdeling :					
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	171.383	1.342	22.379	3.899	—
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	306.560	83.100	—	—	—
Réexportation - Wederuitvoer	25	—	—	—	—
Mouv. stocks - Schomm. voorr.	+2.475	—	—141	—	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomeraten Agglomérés
C.E.C.A. - E.G.K.S.			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	8.543	2.607	1.280
France - Frankrijk	30.638	15.152	5.647
Luxembourg - Luxemburg	80	30.564	—
Pays-Bas - Nederland	63.334	—	142
Ens. CECA - Samen EGKS	102.795	48.323	7.069
Pays tiers - Derde landen			
Irlande - Ierland	646	—	—
Suède - Zweden	—	2.700	—
Suisse - Zwitserland	2.837	—	75
Divers - Allerlei	—	1.092	120
Ens .Pays tiers - Sam. D.-Land.	3.483	3.792	195
Ens. Nov. 1967 - Sam. Nov.	106.278	52.115	7.264
1967 Octobre - Oktober	134.304	66.195	7.961
Septembre - September	131.508	60.021	11.528
1966 Novembre - November	126.737	65.507	11.374
M.M.	99.225	66.884	8.127

- EN STAALNIJVERHEID

NOVEMBRE-NOVEMBER 1967

UCTIE t

Produits finis - Eindprodukten										Produits finals Verder bew. prod.		
Fil machine Walsdraad	Tôles fortes Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes Middeldikke platen 3 à 4,75 mm 3 tot 4,75 mm	Larges plats Universeel staal	Tôles fines noires Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes Bandstaal Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galv., plomb. et étamées Verzinkte, verlode en vertinde platen	Tubes d'acier Stalen buizen	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
83.924	67.704	29.212	1.673	190.413	31.548	2.525	2.704	648.458	49.831	17.667	48.143
82.075	73.013	25.560	2.021	201.829	29.103	2.644	3.096	673.077	53.153	19.913	48.176
87.121	79.312	30.750	2.100	198.337	34.375	3.378	2.841	684.358	53.611	25.066	48.196
81.311	72.545	23.154	2.072	156.910	33.281	2.987	636	580.363	47.501	22.056	48.938
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.752	4.409	1.636	572.303	46.916	22.462	49.651
76.528	65.048	23.828	3.157	137.246	31.794	1.710	2.248	559.478	43.972	21.317	52.776
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
60.146	35.864	13.615	2.800	130.981	28.955	124	2.067	476.513	47.962	18.853	53.069
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
51.170	42.014	6.974	3.260	95.505	23.957	383	2.379	404.852	32.795	15.853	51.962
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
36.301	37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	307.782	20.000	3.655	41.904
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

CARRIERES ET INDUSTRIES CONNEXES
GROEVEN EN AANVERWANTE NIJVERHEDEN

Production Produktie	Unité - Eenheid	Nov. - Nov. 1967	Oct. - Okt. 1967	Nov. - Nov. 1966	M.M. 1966
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	41.497	49.795	8.836	12.449
Concassés - Puin . . .	t	518.012	617.009	398.533	336.267
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	—	—	—	—
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m^3	22.085	24.154	19.856	24.046
Scié - Gezaagd	m^3	6.458	7.192	5.547	6.667
Façonné - Bewerkt . . .	m^3	1.277	1.644	1.520	1.748
Sous-prod. - Bijprodukten	m^3	16.851	19.773	17.333	21.788
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m^3	398	410	624	622
Tranches - Platen (20 mm)	m^2	38.656	45.307	40.319	49.639
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . .	t	2.798	4.499	2.135	2.098
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	30.640	31.149	19.330	25.240
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	17.205	24.799	20.580	20.485
Concassés - Puin . . .	t	112.856	141.788	104.045	92.229
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	232	755	705	1.102
Divers taillés - Diverse .	t	11.912	16.985	6.614	6.451
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	90.329	101.071	102.272	96.715
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	134.021	150.843	140.407	115.960
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	380.213	471.396	382.799	364.615
Divers - Allerlei . . .	t	90.694	103.834	89.916	104.709
Ardoise - Leisteen :					
pr. toitures - vr. dakwerk	t	567	607	586	560
Schiste ard. - Dakleien -	t	231	248	255	298
Coticule - Slijpstenen . .	kg	2.999	3.581	6.022	3.761

Production Produktie	Unité - Eenheid	Nov. - Nov. 1967	Oct. - Okt. 1967	Nov. - Nov. 1966	M.M. 1966
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	462.253	508.271	428.095	363.457
Sable - Zand . . .	t	86.531	79.236	58.799	62.120
Calcaires - Kalksteen . .	t	1.276.100	1.357.988	959.228	945.570
Chaux - Kalk	t	209.995	192.565	188.169	186.160
Phosphates - Fosfaat . .	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	81.718	87.062	89.509	84.568
Chaux hydraul. artific. - Kunstm. hydraul. kalk .	t		(c)	(c)	(c)
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	89.541	50.564	46.321	66.994
frittée - witgegloeide .	t	25.529	27.220	25.527	26.593
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	6.730	6.948	6.246	6.427
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	t	780.421	791.061	706.527	720.868
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . .	t				
pavé - straatsteen . .	t	926	598	318	404
Feldspath et Galets - Veldspaat en Strandkeien	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	24.082	31.218	23.029	21.711
Argiles - Klei	t	16.795	15.161	12.593	15.094
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		10.092	10.134	10.252	10.690

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

COMBUSTIBLES SOLIDES — C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE — NOVEMBRE 1967
VASTE BRANDSTOFFEN — E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE — NOVEMBER 1967

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1967 Nov. - Nov.	9.539	160	247	3.423	2.689	19,86	16.42	—	2.885	273	18.380	4.633
1966 M.M.	10.968	187	287	2.926	2.299	22,38	22.38	—	3.317	334	16.973	5.469
Nov. - Nov.	10.360	189	289	2.973	2.343	20,77	17.34	—	3.129	346	17.173	5.218
Belgique - België												
1967 Nov. - Nov.	1.431	42	56	1.911	1.392	21,20	14,52(1)	13,10(1)	576	84	2.849	120
1966 M.M.	1.458	48	62	1.758	1.270	19,72	14,92(1)	13,34(1)	580	81	3.046	189
Nov. - Nov.	1.480	48	63	1.791	1.299	20,69	14,42(1)	12,92(1)	555	106	3.053	194
France - Frankr.												
1967 Nov. - Nov.	4.230	91	130	2.292	1.570	23,21	9,01	6,54(2)	1.078	454	12.141	877
1966 M.M.	4.195	103	144	2.104	1.456	22,86	11.07	7,36(2)	1.077	421	10.476	622
Nov. - Nov.	4.517	101	142	2.154	1.501	23,64	9,34	6,72(2)	1.101	539	10.409	625
Italie - Italië												
1967 Nov. - Nov.	33	0,9	1,5	2.660	(3)	(3)	(3)	(3)	521	14	33	221
1966 M.M.	35	1,0	1,5	2.786	(3)	(3)	(3)	(3)	522	6	25	393
Nov. - Nov.	32	1,0	1,5	2.518	(3)	(3)	(3)	(3)	505	10	29	422
Pays-B. - Nederl.												
1967 Nov. - Nov.	722	15,1	23,5	2.616	(3)	(3)	(3)	(3)	259	81	1.013	285
1966 M.M.	860	21,6	30,9	2.305	(3)	(3)	(3)	(3)	319	102	1.383	580
Nov. - Nov.	828	19,8	30,9	2.287	(3)	(3)	(3)	(3)	307	103	1.408	583
Communauté - Gemeenschap												
1967 Nov. - Nov.	16.359	305,2	(3)	2.909	(3)	(3)	(3)	(3)	5.307	905	34.827	5.920
1966 M.M.	17.516	372,5	513,0	2.611	(3)	(3)	(3)	(3)	5.822	944	32.146	7.252
Nov. - Nov.	17.653	353,4	490,1	2.626	(3)	(3)	(3)	(3)	5.596	1.104	32.256	7.042
Grande-Bretagne - Groot-Brittannië				à front in front							en 1.000 t in 1.000 t	
1967 Semaine du 25-11 au 2-12 Week van 25-11 tot 2-12	3.690	303	385	6.240	2.077	(3)	(3)	17,33	(3)	—	27.791	(3)
1966 Moy. hebd. Wekel. gem.	3.358	338	427	5.732	1.847	(3)	(3)	17,64	(3)	—	18.599	(3)
Semaine du 26-11 au 3-12 Week van 26-11 tot 3-21	3.643	327	415	5.851	1.888	(3)	(3)	16,83	(3)	—	19.406	(3)

N. B. — (1) Absences individuelles seulement - Alléén individuële afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

MISE AU POINT D'UNE METHODE DE PRELEVEMENT ET DE DOSAGE DES HYDROCARBURES LOURDS DANS LES FUMEES DE COMBUSTION (*)

DE UITWERKING VAN EEN METHODE VOOR HET OPNEMEN EN DOSEREN VAN DE ZWARE KOOLWATERSTOFFEN IN DE VERBRANDINGSGASSEN (*)

J. BRICTEUX,
Docteur en Sciences
Dr. in de Wetenschappen

W. FASSOTTE,
Licencié en Sciences
Lic. in de Wetenschappen

P. LEDENT,
Directeur des Recherches
Directeur van de Navorsingen

RESUME

Une méthode de prélèvement et de dosage des hydrocarbures lourds dans les fumées de combustion a été mise au point.

La technique de prélèvement est basée sur l'adsorption des hydrocarbures sur une courte colonne d'adsorbant introduite au sein même du conduit à fumées. L'aspiration des fumées à travers la cartouche peut être réalisée en moins d'une minute à l'aide d'une poire en caoutchouc du type « Propipette ».

Pour effectuer le dosage des hydrocarbures recueillis, la cartouche de prélèvement est insérée dans un circuit de gaz porteur qui comprend également un détecteur à ionisation de flamme. La cartouche est portée à température élevée au moyen d'un four ouvrant mobile. Les hydrocarbures sont désorbés et entraînés par le gaz porteur vers le détecteur ; il n'y a aucune séparation des hydrocarbures et la réponse se traduit par un pic unique sur le papier d'enregistrement.

Il est possible de désorber des hydrocarbures ayant une température d'ébullition supérieure à

SAMENVATTING

Er werd een methode uitgewerkt voor het opnemen en doseren van de zware koolwaterstoffen in de verbrandingsgassen.

De techniek van het opnemen is gebaseerd op het adsorberen van de koolwaterstoffen op een korte adsorptiekolom die in het rookkanaal zelf gehouden wordt. Het afzuigen van de rookgassen doorheen de patroon gebeurt in minder dan een minuut tijd met behulp van een gummi peer van het type « Propipette ».

Om de opgevangen koolwaterstoffen te doseren brengt men de opnemingspatroon in een stroom draaggas waarin zich eveneens een vlamionisatiedetector bevindt. De patroon wordt op hoge temperatuur gebracht door middel van een beweeglijke open oven. De koolwaterstoffen worden gedesorbeerd en door het draaggas meegevoerd naar de detector ; de koolwaterstoffen worden niet gescheiden en de inlichting neemt de vorm aan van één enkele piek op het registreerpapier.

Het is mogelijk koolwaterstoffen te desorberen met een kooktemperatuur van meer dan 500 °C en

(*) Etude entreprise dans le cadre des « Recherches fondamentales dans le domaine de la chimie et de la physique des houilles et des cokes » subsidiées par la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

(*) Studie ondernomen in het raam van het « Basisonderzoek op het gebied van de scheikundige en fysieke eigenschappen van de steenkolen en de cokes » gesubsidieerd door de Hoge Autoriteit van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal.

500 °C et on a montré qu'il ne se produit aucun phénomène de cracking.

Le rendement de captation, qui dépend du niveau des températures d'ébullition des hydrocarbures échantillonnés, est excellent et encore amélioré si, préalablement au prélèvement, on refroidit la cartouche à la température de la carboglace.

En ce qui concerne la sensibilité, il a été démontré que, dans le cas de l'anthracène, des quantités égales à 10^{-6} gramme produisaient un pic dont la surface permettait une mesure précise.

La méthode permet également de procéder à une analyse détaillée du prélèvement avec détermination des concentrations individuelles des différents constituants. Il suffit pour cela d'insérer dans le circuit de gaz porteur, entre la cartouche et le détecteur, une colonne chromatographique.

Plusieurs exemples de déterminations de concentrations totales et individuelles sont donnés dans divers domaines : mélanges synthétiques, fumées de combustion, fumées de cigarettes, gaz d'échappement de véhicules automobiles. La possibilité d'application de la méthode au dosage du benzo(a)pyrène est envisagée.

En variante, une seconde méthode d'évaluation du prélèvement par élution au méthanol suivie d'un examen spectrophotométrique est décrite.

men heeft bewezen dat er geen enkel verschijnsel van kraking optreedt.

Het captatierendement, dat afhangt van het niveau der kooktemperaturen van de opgenomen koolwaterstoffen, is zeer goed en kan nog verbeterd worden als men de patroon voor het opnemen afkoelt tot op de temperatuur van koolzuursneeuw.

Wat de gevoeligheid betreft heeft men aangetoond dat, in het geval van anthraceen, hoeveelheden gelijk aan 10^{-6} gram een piek veroorzaken waarvan de oppervlakte nauwkeurig kan gemeten worden.

Met deze methode is het ook mogelijk een nauwkeurige ontleding uit te voeren van het monster, met bepaling van de eigen concentraties van de verschillende bestanddelen. Daarom volstaat het in de stroom van het draaggas, tussen de patroon en de detector, een chromatografische kolom te plaatsen.

Er worden verschillende voorbeelden gegeven van bepaling van totale en individuele concentraties op verschillende gebieden : synthetische mengsels, verbrandingsgassen, sigaretterook, uitlaatgassen van auto's. De mogelijkheid wordt onderzocht om de methode toe te passen voor het doseren van het benzo(a)pyreen.

Er wordt een variante beschreven, een tweede methode voor het ontleden van een monster dat door middel van methanol opgenomen wordt en vervolgens spectrometrisch onderzocht wordt.

INHALTSANGABE

Die Arbeit schildert die Entwicklung eines neuen Verfahrens für die Probenahme zur Mengenbestimmung schwerer Kohlenwasserstoffe in Rauchgasen. Zur Entnahme der Proben führt man in den Rauchgaskanal eine kurze Säule ein, auf der die Kohlenwasserstoffe adsorbiert werden. Mit Hilfe eines « Propipette »-Gummiballs kann man die Rauchgase in weniger als einer Minute durch die Adsorptionssäule hindurchsaugen.

Zur quantitativen Bestimmung der adsorbierten Kohlenwasserstoffe wird die Patrone zusammen mit einem Flammenionisationsdetektor in einen Trägergasstrom eingeführt. In einem Ofen mit automatisch betätigtem Verschluss wird die Patrone erhitzt, die Kohlenwasserstoffe werden desorbiert und von dem Trägergas dem Detektor zugeführt. Zu einer Verbrennung der Kohlenwasserstoffe kommt es hierbei nicht, so dass sich auf dem Papierstreifen nur ein einziger Peak zeigt.

Man kann Kohlenwasserstoffe mit einem Siedepunkt von über 500 °C desorbieren, ohne dass es zu einer Krackung kommt. Der Wirkungsgrad der Probenahme hängt von der Siedetemperatur

SUMMARY

A method has been devised for sampling and measuring heavy hydrocarbons in combustion smokes.

The sampling technique is based on the adsorption of the hydrocarbons on a short adsorbent column placed within the chimney itself. The smokes can be drawn up through the sampling tube in less than one minute with the help of a rubber syringe of the « Propipette » type.

In order to measure the hydrocarbons collected, the sampling tube is inserted in a carrier gas circuit which also includes a flame ionization detector. The tube is brought to a high temperature in a mobile oven. The hydrocarbons are desorbed and carried by the carrier gas towards the detector ; there is no separation of the hydrocarbons and the response appears in the form of a single peak on the recording paper.

It is possible to desorb hydrocarbons with a boiling point above 500 °C and it has been demonstrated that no cracking phenomenon occurs.

der Kohlenwasserstoffe ab ; er liegt sehr hoch und lässt sich noch verbessern, wenn man die Patrone vorher in Trockeneis abkühlt.

Die hohe Empfindlichkeit des Gerätes wird dadurch bewiesen, dass im Falle von Anthracen Mengen von nur 10^{-6} g einen Peak von genau messbarer Ausdehnung ergeben.

Das Verfahren gestattet auch eine Analyse der aufgefangenen Kohlenwasserstoffe und eine Bestimmung der Konzentration der verschiedenen Bestandteile ; man braucht zu diesem Zweck lediglich zwischen die Patrone und den Detektor eine chromatographische Säule in den Kreislauf einzuschalten.

Die Verfasser geben eine Reihe von Beispielen für die Bestimmung des Gesamtgehaltes an Kohlenwasserstoffen oder einzelnen Kohlenwasserstoffen in verschiedenen Gasen an : synthetischen Gemischen, Verbrennungsgasen, Zigarettenrauch und Auspuffgasen von Automobilen.

Man geht der Möglichkeit nach, dieses Verfahren zur Bestimmung von 3,4 - Benzpyren anzuwenden.

In Anwendung dieses Verfahrens wird eine zweite Methode beschrieben, bei der die Bestimmung der gezogenen Probe durch Auswaschung in Methanol mit anschliessender Spektrophotometrie erfolgt.

The drainage output, which depends on the boiling temperatures of the sampled hydrocarbons, is excellent and can be still further improved if, prior to the sampling, the tube is cooled to the temperature of the dry ice.

With regard to sensitivity it has been demonstrated that, in the case of anthracene, quantities equal to 10^{-6} gramme produced a peak the surface of which allowed a precise measurement to be made.

The method also makes it possible to carry out a detailed analysis of the sample and determine the individual concentrations of the various components. For this purpose, a chromatographic column must be inserted into the carrier gas, between the sampling tube and the detector.

Several examples of the determination of total and individual concentrations are given in various fields : synthetic mixtures, combustion smokes, cigarette smokes, automobile exhaust gas. The possibility of applying the method to the measurement of benzo(a)pyrene is being considered.

In variation, a second method of assessing the sample by methanol elution followed by a spectrophotometric examination is described.

---

1. INTRODUCTION

Le problème de la pollution atmosphérique dans les villes et dans les centres industriels est l'un des problèmes majeurs de notre époque. Les nombreuses études réalisées à ce sujet sont à l'origine de différentes législations visant à limiter les quantités de produits polluants rejetés à l'atmosphère.

Cependant, s'il existe une unanimité sur l'objectif à atteindre, un effort reste à accomplir pour la mise au point des appareils de contrôle qui permettraient une appréciation correcte du degré de pollution.

Dans le cas particulier de la pollution produite par les appareils de combustion, les polluants peuvent exister sous divers états physiques.

Le dosage des polluants solides, suies, poussières et cendres volantes, est relativement aisé. Dans le cas des suies, par exemple, le dosage est généralement réalisé par opacimétrie, les appareils utilisés allant du simple appareil « Bacharach » constitué par une petite pompe à main, jusqu'aux appareils automatiques qui permettent l'enregistrement continu de la quantité de suies présentes dans l'atmosphère.

Pour les polluants gazeux, il existe des méthodes et des appareils bien au point qui permettent l'analyse de tous les constituants et, notamment, du SO_2 et du CO.

Si le dosage des solides et des gaz ne présente pas de difficultés majeures, il n'en va pas de même du dosage des hydrocarbures lourds qui peuvent exister en quantités très variables dans les fumées de combustion et qui se présentent suivant les circonstances sous forme de vapeurs ou d'aérosols.

1. INLEIDING

De luchtbezoedeling in de steden en industriecentrums vormt een der voornaamste problemen in ons land. Talrijke studies op dat gebied liggen aan de basis van evenveel wetgevingen die voor doel hebben de hoeveelheid bezoedelende stoffen die in de atmosfeer geloosd worden te beperken.

Al bestaat er ook eensgezindheid over het te bereiken doel, toch moeten nog de nodige controletoestellen gebouwd worden waarmee de graad van bezoedeling nauwkeurig kan bepaald worden.

In het bijzondere geval van bezoedeling door verbrandingstoestellen kunnen de bezoedelende stoffen in verschillende fysieke toestanden voorkomen.

Het doseren van vaste bezoedelende stoffen, roet, stof en vliegas, is betrekkelijk gemakkelijk. Bij het roet bij voorbeeld gebeurt het doseren in het algemeen door het meten van de ondoorzichtigheid, waarbij men gaat van het eenvoudige « Bacharach »-apparaat bestaande uit een kleine handpomp tot de automatische toestellen waarmee de hoeveelheid roet dat in de atmosfeer aanwezig is continu kan geregistreerd worden.

Voor de gasvormige bezoedelingsstoffen bestaan er geschikte methoden en toestellen waarmee alle bestanddelen en in het bijzonder SO_2 en CO kunnen ontleed worden.

Zo het doseren van vaste en gasvormige stoffen geen bijzondere moeilijkheden biedt, geldt dit niet voor het doseren van de zware koolwaterstoffen die in zeer veranderlijke hoeveelheden voorkomen in de verbrandingsgassen en die naargelang van de omstandigheden het voorkomen aannemen van dampen of aerosols.

Le dosage de ces polluants n'en est pas moins d'une extrême importance du point de vue de la santé publique, différentes études médicales ayant établi une corrélation entre le développement du cancer du poumon et la présence dans l'air de certains hydrocarbures lourds, tels le benzo(a) pyrène.

Ces considérations nous ont conduits à tenter de mettre au point une méthode de prélèvement et de dosage des hydrocarbures dans les fumées de combustion, suffisamment simple pour que l'on puisse l'utiliser pour un contrôle courant et suffisamment précise pour que l'exactitude des résultats ne puisse être mise en doute.

2. PROBLEMES POSES PAR LE PRELEVEMENT ET LE DOSAGE DES HYDROCARBURES LOURDS.

Les difficultés que l'on rencontre pour le prélèvement et le dosage des hydrocarbures lourds résultent de différents facteurs et, tout d'abord, du changement d'état qu'ils peuvent subir par refroidissement.

Les fumées de combustion contiennent une extraordinaire variété de produits dont les points d'ébullition s'échelonnent depuis la température ambiante jusqu'à 500 ou 600 °C.

La plupart des méthodes de prélèvement ne détectent ces polluants qu'à l'état condensé. Cette observation vaut notamment pour différentes méthodes optiques (Opacimètre — Tyndallomètre) incapables de déceler un produit à l'état de vapeur. Elle vaut également pour les filtres et pour les précipitateurs électrostatiques, avec cette circonstance aggravante que ces deux types d'appareils sont généralement incapables de traiter des fumées dont la température est inférieure à 100 °C (en raison des difficultés provoquées par la condensation de la vapeur d'eau).

Dans tous ces types d'appareils, le prélèvement est forcément incomplet et le rendement de captation dépend dans une large mesure de la nature des polluants, de leur concentration, de la température des fumées et de la température de l'appareil de prélèvement.

A cette première source d'erreur, vient s'ajouter le fait que l'on néglige fréquemment de tenir compte des polluants qui se condensent sur les parois froides du tube qui relie la cheminée à l'appareil de mesure ; dans les cas favorables, ces condensations représentent 15 à 20 % de l'échantillon, mais cette proportion dépend de la durée de l'opération et de la géométrie de l'appareil ; pour des prélèvements de courte durée, elle peut s'élever à un niveau très élevé et dénaturer complètement les résultats.

Dat belet niet dat het doseren van deze bezoedelingsstoffen van het grootste belang is in verband met de openbare gezondheid, vermits verschillende medische studies het verband hebben aangetoond tussen longkanker en de aanwezigheid van sommige koolwaterstoffen zoals benzo(a)pyreen in de atmosfeer.

Deze overwegingen hebben ons aangespoord om te trachten een methode uit te werken voor het opnemen en doseren van de koolwaterstoffen in de verbrandingsgassen, die eenvoudig genoeg moest zijn om te kunnen gebruikt worden voor een routinecontrole en toch zo nauwkeurig dat de resultaten niet kunnen in twijfel getrokken worden.

2. PROBLEMEN BIJ HET OPNEMEN EN DOSEREN VAN DE ZWARE KOOLWATERSTOFFEN

De moeilijkheden die men ondervindt bij het opnemen en doseren van de zware koolwaterstoffen vinden hun oorsprong in verschillende factoren en eerst en vooral in de toestandsveranderingen die ze bij het afkoelen kunnen ondergaan.

De verbrandingsgassen bevatten een ongewone verscheidenheid van produkten met kookpunten gaande van de omgevingstemperatuur tot 500 of 600 °C.

De meeste opnemingsmethoden kunnen deze stoffen slechts in gecondenseerde toestand vatten. Deze opmerking geldt namelijk voor verschillende optische methoden (Opacimeter - Tyndallometer) waarmee een dampvormig produkt niet kan opgemerkt worden. Ze geldt ook voor de filters en de elektrostatische precipitatoren, waarbij nog de bezwarende omstandigheid komt dat deze toestellen meestal geen rookgassen kunnen behandelen waarvan de temperatuur lager ligt dan 100 °C (wegens de moeilijkheden die ontstaan door de condensatie van de waterdamp).

Al deze typen van toestellen geven noodzakelijkerwijze een onvolledige opneming en het captatierendement hangt in sterke mate af van de aard der bezoedelingsstoffen, van hun concentratie, van de temperatuur der rookgassen en van de temperatuur van het opnemingsapparaat.

Bij deze eerste bron van fouten komt het feit dat men dikwijls verwaarloost rekening te houden met de bezoedelende stoffen die condenseren op de koude wanden van de buis die de schouw met het meetapparaat verbindt ; in de gunstige gevallen bedraagt het condensaat 15 tot 20 % van het monster, doch deze verhouding hangt af van de duur der operatie en de bouw van het apparaat ; voor kortstondige opneming kan ze zeer hoog oplopen en de resultaten volledig vervalsen.

Bij de moeilijkheden van opnemen voegen zich de problemen gesteld voor het vliegend stof, het

Aux difficultés de prélèvement se superposent les difficultés inhérentes aux poussières volantes, aux suies et à la vapeur d'eau toujours présentes dans les fumées de combustion et dont les quantités, souvent importantes, peuvent masquer la présence des goudrons.

Cette complexité des échantillons recueillis impose des techniques de séparation des hydrocarbures et des suies par solvants ou par élution thermique.

Dans le cas des mesures gravimétriques, ces opérations doivent être complétées par un passage à l'étuve pour évaporer l'eau et il en résulte à nouveau un risque d'élimination des hydrocarbures les plus volatils.

3. METHODE PROPOSEE.

La méthode que nous avons développée pour l'étude des hydrocarbures lourds repose sur la combinaison de deux opérations :

— le prélèvement de l'échantillon par aspiration de la fumée à travers une courte colonne remplie d'adsorbant ;

— l'élution thermique des goudrons recueillis et leur dosage au moyen d'un détecteur à ionisation de flamme, insensible à la vapeur d'eau.

31. Prélèvement.

La technique de prélèvement basée sur l'adsorption est actuellement très utilisée comme méthode d'échantillonnage dans les problèmes de pollution atmosphérique [1] [2] ; l'adsorption est réalisée soit en présence d'un adsorbant solide comme le silica-gel ou l'alumine, soit en présence d'un liquide sur support inerte comme on en utilise en chromatographie en phase gazeuse. Appliquée au dosage des hydrocarbures lourds dans les fumées de combustion, elle présente l'avantage de permettre un prélèvement direct au sein même du conduit à fumées.

Le principe de cette technique est schématisé à la figure 1. Un volume de fumées est aspiré à travers un tube en verre rempli d'adsorbant, introduit par une petite ouverture pratiquée dans la paroi du conduit à fumées, de telle façon que l'adsorbant se trouve en partie dans la zone chaude et en partie à l'extérieur. Cette disposition permet d'éviter toute perte d'hydrocarbures lourds par condensation dans un tube d'amenée et d'assurer leur fixation quantitative dans la partie froide du tube. La cartouche de prélèvement est ensuite examinée au laboratoire sans nécessiter aucun transfert de l'échantillon.

roet en de waterdamp die steeds aanwezig zijn in verbrandingsgassen en die door hun vaak belangrijke omvang de teersoorten kunnen aan het oog onttrekken.

Deze ingewikkelde samenstelling van de opgenomen monsters vergt de mogelijkheid tot scheiding van koolwaterstoffen en roet door oplosmiddelen of door thermische afzondering.

In het geval van gravimetrische metingen moeten deze bewerkingen gevolgd worden door een verblijf in de kachel voor het verdampen van het water waarbij opnieuw het risico ontstaat dat de meest vluchtige koolwaterstoffen verdwijnen.

3. VOORGESTELDE METHODE

De methode die wij uitgewerkt hebben voor de studie van de zware koolwaterstoffen berust op de combinatie van twee operaties :

— het opnemen van het monster door afzuiging van de rookgassen doorheen een met adsorptiemiddel gevulde kolom ;

— het thermisch afzonderen van de opgevangen teersoorten en het doseren ervan door middel van een vlamionisatiedetector die ongevoelig is voor waterdamp.

31. Het opnemen.

De techniek van opnemen gebaseerd op de adsorptie wordt momenteel veel gebruikt voor het monsternemen inzake luchtbezoedelingsproblemen [1] [2] ; de adsorptie gebeurt ofwel op een vast adsorptiemiddel zoals silica-gel of alumin, ofwel op een vloeistof op inerte draagstroom zoals men doet bij chromatografie in de gasfaze. Past men dit princiep toe op het doseren van de zware koolwaterstoffen in de verbrandingsgassen, dan heeft men het voordeel dat het opnemen rechtstreeks in de rookkanalen kan gebeuren.

Het princiep van deze techniek wordt schematisch voorgesteld in figuur 1. Een volume rookgassen wordt afgezogen doorheen een glazen buis die gevuld is met een adsorptiemiddel en die doorheen een opening in de wand in het rookkanaal gestoken wordt, zo dat het adsorptiemiddel deels in de hete zone en deels in de buitenlucht steekt. Met deze opstelling vermijdt men elke verlies van zware koolwaterstoffen door condensatie in een aanvoerleiding en worden ze kwantitatief vastgehouden in het koude gedeelte van de leiding. De monsterpatroon wordt vervolgens in het laboratorium onderzocht zodat het

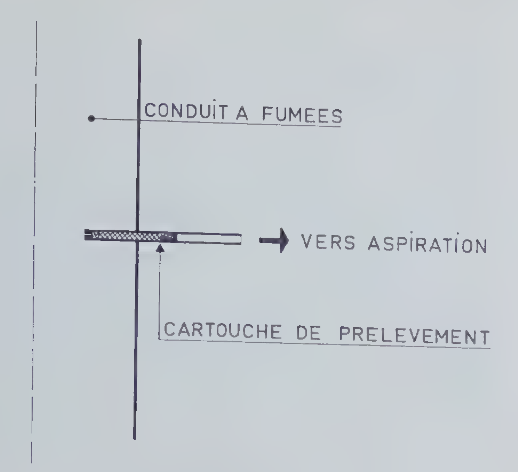


Fig. 1.

Prélèvement : schéma de principe.

Het opnemen : Principiesschema.

conduit à fumées : rookkanaal
vers aspiration : naar afzuiging
cartouche de prélèvement : monsterpatroon.

Pour le remplissage du tube, nous avons adopté le « Chromosorb W », support de couleur blanche, utilisé en chromatographie en phase gazeuse. Nous avons choisi cet adsorbant après différents essais, qui nous ont fait éliminer d'abord l'alumine, parce qu'il y avait colmatage de la charge par la vapeur d'eau, et ensuite le silica-gel et le charbon actif parce qu'ils ne convenaient pas pour l'analyse quantitative ultérieure.

La cartouche de prélèvement est représentée à la figure 2.

Le tube en verre Pyrex a une longueur totale de 150 mm, un diamètre extérieur de 8 mm et un diamètre intérieur de 5 mm. La longueur de la charge de Chromosorb est de 60 mm ; cette charge est maintenue en place par des tampons de laine de verre calcinée et par des bouchons creux en téflon que l'on retire au moment de l'utilisation.

L'aspiration des fumées est réalisée au moyen d'une poire en caoutchouc du type « Propipette »,

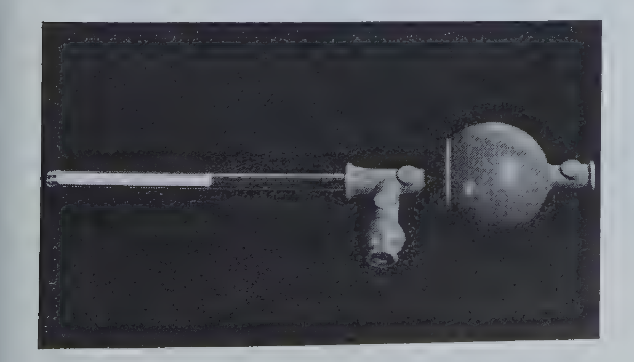


Fig. 3.

Appareil de prélèvement.

Monsternemingsapparaat.

monster op geen enkel ogenblik moet overgeplaatst worden.

Als vulling voor de patroon hebben wij gebruik gemaakt van de « Chromosorb W », een massa met witte kleur, die gebruikt wordt in de chromatografie in de gasfaze. Wij hebben deze adsorptiestof gekozen na verschillende proeven, waarbij eerst het alumin weggevallen is omdat de lading colmateerde onder invloed van de waterdamp, en daarna het silica-gel en de actieve kool die niet geschikt waren voor de latere kwantitatieve analyse.

De opnemingspatroon wordt voorgesteld in figuur 2.

ϕ 8/5 (mm)

bouchon en téflon

laine de verre calcinée

Chromosorb W 60/80 mesh

Fig. 2.

Cartouche de prélèvement.

Monsterpatroon.

bouchon en téflon : stop in teflon
laine de verre calcinée : gecalcineerd glaswol.

De buis in Pyrexglas heeft een totale lengte van 150 mm, een buitendiameter van 8 mm en een binnendiameter van 5 mm. De lengte van de Chromosorbvulling bedraagt 60 mm ; deze vulling wordt op haar plaats gehouden door stoppen in gecalcineerde glaswol en door holle stoppen in teflon, die op het ogenblik van het gebruik verwijderd worden.

Het afzuigen van de rookgassen gebeurt met behulp van een gummi peer type « Propipette » met een nuttig volume van bij de 60 cm3. Een enkele slag met de peer geeft een monster dat geschikt is voor ontleding ; vijf slagen, die samen 1 minuut tot anderhalve minuut in beslag nemen, geven een monster dat zwaar genoeg is opdat de aanwezigheid van teer met het blote oog kan vastgesteld worden.

Een foto van het opnemingsapparaat wordt gegeven in figuur 3.

32. Onderzoek van het monster.

De manier waarop het monster wordt opgenomen verzekert de afscheiding van het roet dat afgezet wordt in het voorste gedeelte van de buis,

d'un volume utile de l'ordre de 60 cm3. Un seul coup de poire fournit un échantillon qui convient pour l'analyse ; avec cinq aspirations, d'une durée totale comprise entre une minute et une minute trente secondes, on obtient un échantillon suffisamment important pour que la présence de goudrons puisse être décelée par simple examen visuel.

Une photographie de l'appareil de prélèvement est donnée à la figure 3.

32. Examen de l'échantillon.

La disposition adoptée lors du prélèvement réalise une séparation des suies, qui se déposent dans la partie antérieure du tube, et des goudrons, qui se condensent plus loin. Les hydrocarbures lourds étant habituellement colorés, la comparaison de l'intensité de coloration des tubes permet de réaliser un classement et de voir si les fumées de combustion contiennent peu ou beaucoup de goudrons. Dans le cas d'un contrôle généralisé des sources de pollution atmosphérique, cette méthode d'appréciation visuelle permettrait de réduire considérablement le travail du laboratoire en éliminant, a priori, bon nombre d'échantillons dont la charge est manifestement inférieure aux limites autorisées.

33. Désorption thermique et mesure par ionisation de flamme.

Le détecteur à ionisation de flamme qui a été développé pour la détection et la mesure en chromatographie en phase gazeuse des substances organiques successivement éluées des colonnes, a également été utilisé pour le dosage des hydrocarbures légers dans l'air [3] [4]. Dans ce cas, le détecteur est, le plus souvent, employé sans colonne de séparation et, sous cette forme d'analyseur total, il fournit une réponse qui se traduit par un pic unique. Les mesures peuvent être réalisées en continu, une pompe assurant la circulation de l'air à travers l'ensemble de l'appareillage ; un appareil commercial fonctionne suivant ce principe [5].

Il faut noter que si cette technique permet de travailler en continu, le mode d'échantillonnage en limite l'application aux substances volatiles présentes à l'état de gaz ou de vapeur.

Pour réaliser nos mesures, nous avons utilisé le détecteur à ionisation de flamme sous sa forme d'analyseur total et mis au point, pour la désorption des hydrocarbures recueillis sur la cartouche, une méthode thermique inspirée d'une technique que nous avons précédemment appliquée et qui

en van het teer dat verderop condenseert. Vermits de zware koolwaterstoffen meestal gekleurd zijn, kan men door vergelijking van de kleurintensiteit der buizen reeds een indeling maken en vaststellen of de verbrandingsgassen weinig of veel teer bevatten. In het geval van een algemene controle op de bronnen van de luchtbezoedeling levert deze methode van visuele schatting een belangrijke vermindering op van het laboratoriumwerk vermits een flink aantal monsters waarvan de lading blijkbaar onder de toegelaten grenzen blijft, op voorhand uitgesloten wordt.

33. Thermische desorptie en meting door vlamionisatie.

De ionisatievlamdetector die gebouwd werd voor het detecteren en meten door chromatografie in de gasfaze van de organische bestanddelen die achtereenvolgens uit de kolom werden afgezonderd, werd eveneens gebruikt voor het doseren van de lichte koolwaterstoffen in de lucht [3] [4]. In dat geval wordt de detector meestal gebruikt zonder scheidingskolom en geeft hij, aangewend als apparaat voor totaalanalyse, bij wijze van inlichting één enkele piek. De metingen kunnen continu verlopen ; er is een pomp die ervoor zorgt dat de lucht door de gezamenlijke apparatuur blijft stromen en bestaat een commercieel apparaat dat volgens dat principe werkt [5].

Zo deze techniek de continu werking mogelijk maakt moet men anderzijds niet vergeten dat het monsternemen beperkt blijft tot de vluchtige bestanddelen die als gas of damp aanwezig zijn.

Wij hebben voor onze metingen gebruikt gemaakt van de vlamionisatiedetector als totaalanalisator en voor het desorberen van de koolwaterstoffen die we op de patroon hebben opgevangen een thermische methode uitgewerkt die we vroeger reeds hebben toegepast en die bestaat in het

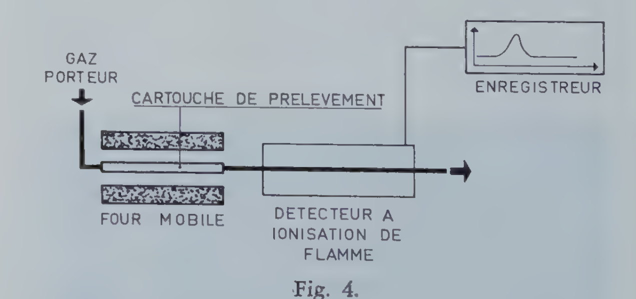


Fig. 4.

Désorption thermique et mesure par ionisation de flamme : schéma de principe.

Thermische desorptie en meting door vlamionisatie. Principeschema.

gaz porteur : draaggas
cartouche de prélèvement : monsterpatroon
four mobile : beweeglijke oven
détecteur à ionisation de flamme : vlamionisatiedetector
enregistreur : registreerapparaat.

consiste à associer la pyrolyse-flash et la chromatographie en phase gazeuse [6] [7]. Le schéma de principe est illustré à la figure 4.

La cartouche de prélèvement est insérée dans un circuit de gaz porteur qui comprend également le détecteur à ionisation de flamme. Cette cartouche est portée à température élevée à l'aide d'un four ouvrant mobile. Les hydrocarbures sont désorbés et entraînés par le gaz porteur, vers le détecteur. Sa réponse se traduit par un pic unique dont la surface est fonction de la quantité totale d'hydrocarbures désorbés.

L'appareillage mis en œuvre est représenté à la figure 5.

Pour nos essais, nous avons utilisé le chromatographe Perkin-Elmer, modèle 880. Cet appareil est équipé d'un programmateur de température, d'une double colonne et d'un double détecteur par ionisation de flamme. Nous n'avons utilisé qu'un seul circuit de gaz porteur, la colonne habituelle étant remplacée par un tube vide. En fait, un appareillage beaucoup plus simple opérant à température constante et comportant uniquement un circuit de gaz porteur et un détecteur à ionisation de flamme aurait pu convenir.

Un tube en acier inoxydable, d'une longueur de 110 mm (diamètre interne 9 mm, diamètre exter-

samenbundelen van de pyrolyse-flash en de chromatografie in de gasfaze [6] [7]. Het principschema wordt gegeven in figuur 4.

De monsterpatroon wordt in de draaggasstroom gebracht, waarin zich ook de vlamionisatiedetector bevindt. Deze patroon wordt op hoge temperatuur gebracht door middel van een beweeglijke open oven. De koolwaterstoffen worden gedesorbeerd en meegevoerd door het draaggas naar de detector. De inlichting wordt gegeven onder de vorm van één enkele piek waarvan de oppervlakte een functie is van de totale hoeveelheid van de gedesorbeerde koolwaterstof.

De gebruikte apparatuur wordt voorgesteld in figuur 5.

Voor onze proeven hebben we de chromatograaf Perkin-Elmer model 880 gebruikt. Dit toestel is uitgerust met een temperatuurprogrammator, een dubbele kolom en een dubbele vlamionisatiedetector. Wij gebruiken slechts een enkele draaggasstroom en vervangen de gewone kolom door een ledige buis. In werkelijkheid zou een veel eenvoudiger toestel werkend op constante temperatuur en met één vlamionisatiedetector voldoende geweest zijn.

Een buis in roestvrij staal met een lengte van 110 mm (binnendiameter 9 mm, buitendiameter 14 mm) wordt bevestigd aan één der injectieblokken van de chromatograaf. De monsterpa-

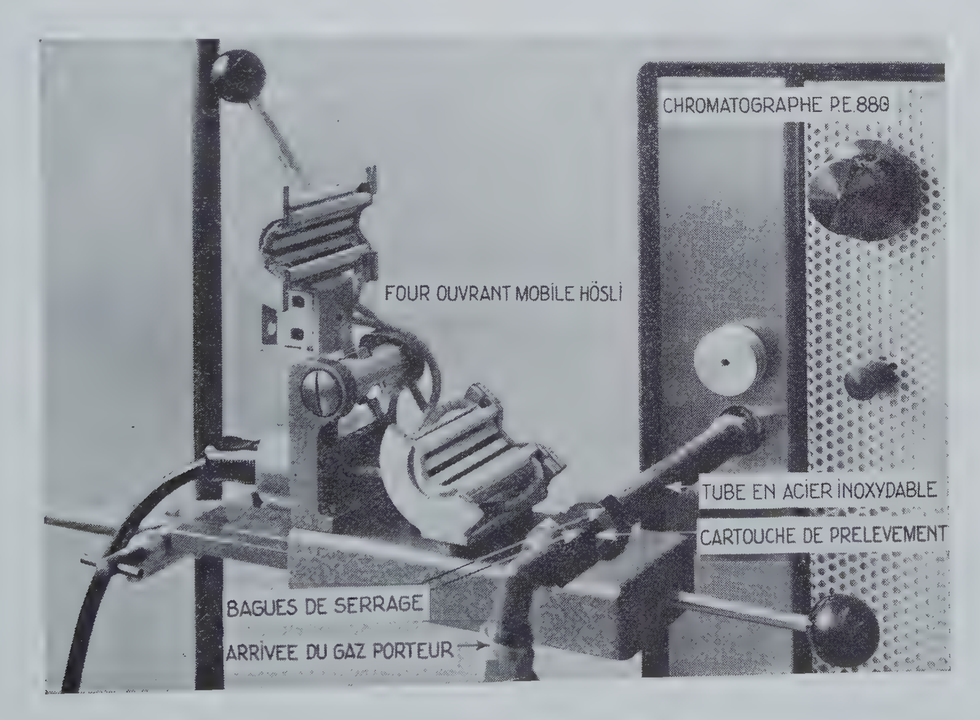


Fig. 5.

Vue d'ensemble de l'appareillage.

Overzicht van de apparatuur.

four ouvrant mobile Hösli : openklapbare beweeglijke oven Hösli
chromatographe : chromatograaf
tube en acier inoxydable : buis in roestvrij staal
cartouche de prélèvement : monsterpatroon
bague de serrage : klemband
arrivée du gaz porteur : aankomst van het draaggas

ne 14 mm), est fixé à l'un des blocs d'injection du chromatographe. La cartouche de prélèvement est introduite dans ce tube à l'intérieur duquel elle est maintenue par un joint annulaire avec bague de serrage, un second raccord du même type assure la liaison entre la cartouche et le tuyau d'amenée du gaz porteur. Ce tube facilement démontable doit être nettoyé régulièrement pour éliminer toute trace de substances très peu volatiles qui pourraient s'y condenser.

Le four mobile est un four électrique ouvrant de fabrication Hösli, sa longueur et son diamètre intérieur sont respectivement de 60 et 18 mm et sa température est réglable jusqu'à 900 °C. En position d'attente, ce four est gardé fermé à l'extérieur du tube et sa température est portée à 600 °C. Après stabilisation de la température du chromatographe à 250 °C, réglage du débit du gaz porteur (azote) à 80 cm3/min et des débits d'hydrogène et d'air respectivement à 26 et 400 cm3/min, le four est avancé, ouvert, puis refermé sur le tube en acier inoxydable ; il y demeure trois minutes. La température à l'intérieur de la cartouche s'élève progressivement jusqu'à environ 330 °C, les températures, après 1 et 2 minutes étant respectivement égales à 170 et 265 °C.

Les substances retenues sur le Chromosorb sont désorbées et entraînées vers le détecteur. A titre d'exemple, la figure 6 montre le genre de courbe d'élution que l'on obtient dans le cas d'un prélèvement réalisé pendant la combustion de boulets de charbon flambant aggloméré au brai.

troon wordt in deze buis gebracht en in het inwendige ervan vastgehouden door een ringvormige dichting met klemband, een tweede koppeling van dezelfde soort vormt de verbinding tussen de patroon en de aanvoerleiding van het draaggas. Deze buis die gemakkelijk kan weggenomen worden, moet regelmatig gereinigd worden om elk spoor te verwijderen van de minst vluchtige bestanddelen die er zouden kunnen condenseren.

De beweeglijke oven is een openklapbare elektrische oven gebouwd door Hösli ; zijn lengte en binnendiameter bedragen respectievelijk 60 en 18 mm en de temperatuur is regelbaar tot 900 °C. In wachttoestand blijft de oven in gesloten toestand buiten de buis en wordt hij verwarm tot 600 °C.

Na het stabiliseren van de temperatuur van de chromatograaf op 250 °C, het regelen van het draaggasdebiet (stikstof) op 80 cm3/min en het debiet van de waterstof en zuurstof op respectievelijk 26 en 400 cm3/min wordt de oven vooruitgebracht en geopend, en nadien weer gesloten rondom de buis in roestvrij staal ; daar blijft hij drie minuten. De temperatuur stijgt in het inwendige van de patroon tot rond de 330 °C ; na 1 en 2 minuten bedraagt de temperatuur respectievelijk 170 en 265 °C.

De stoffen die op het Chromosorb zijn blijven hangen worden gedesorbeerd en meegevoerd naar de detector. Figuur 6 geeft als voorbeeld de soort van scheidingskrommen die men bekomt met een monster opgenomen tijdens het verbranden van eitjes uit vlamkolen geagglomereerd met pek.

Fig. 6.

Courbe d'élution obtenue à partir d'un prélèvement réalisé lors de la combustion de boulets de 35 grammes de charbon flambant aggloméré au brai.

Scheidingskromme uit een monster opgenomen tijdens de verbranding van eitjes van 35 gram uit vlamkolen geagglomereerd met pek.

La méthode permet également une analyse chromatographique détaillée. En effet, si dans l'appareillage qui vient d'être décrit, on replace la colonne chromatographique, on obtient, après désorption thermique, un chromatogramme avec une succession de pics qui correspondent à autant de substances différentes. On peut ainsi procéder à une véritable analyse du prélèvement avec détermination des concentrations individuelles.

A la figure 7 est représenté un chromatogramme obtenu par l'application de cette technique ; ce chromatogramme est tout à fait semblable à celui qui serait obtenu par l'introduction de l'échantillon à l'aide d'une seringue.

De methode biedt ook mogelijkheid tot een gedetailleerde chromatografische ontleding. Plaatst men immers in de hoger beschreven apparatuur de chromatografiekolom terug, dan krijgt men na thermische desorptie een chromatogram met een opeenvolging van pieken die met evenveel bestanddelen overeenkomen. Op die manier kan men een werkelijke ontleding van het monster doorvoeren met bepaling van de afzonderlijke concentraties.

Figuur 7 stelt een chromatogram voor dat volgens deze techniek bekomen werd ; dit chromatogram is volkomen gelijk aan datgene dat men zou bekomen indien het monster door middel van een injectiespuit werd aangebracht.

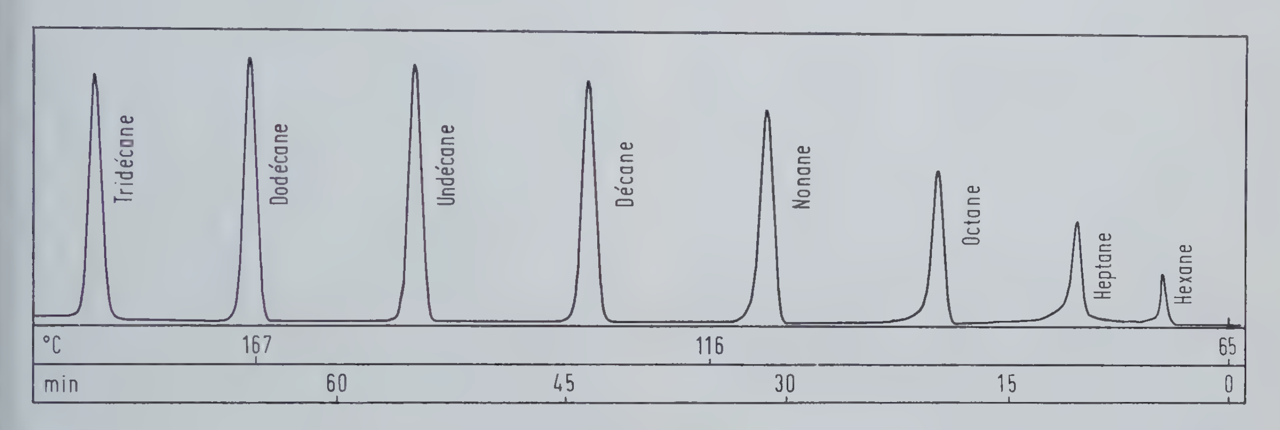


Fig. 7.

Désorption thermique suivie de chromatographie d'un mélange de paraffines normales renfermant les hydrocarbures de l'hexane au tridécane.

Conditions opératoires : Température du four mobile : 600°C — Temps de désorption : 3 min — Colonne (diamètre 1/8 pouce ; longueur 2 m) d'Apiezon L (20 % en poids) sur Chromosorb P — Température initiale de 65°C et finale de 250°C avec programmation de 1,7°C/min après une période isotherme de 5 min — Débits en cm^3/min : N_2 (gaz porteur) : 19 ; H_2 : 26 ; air : 400.

Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van een mengsel van normale paraffinen die koolwaterstoffen bevatten van het hexaan of tridecaan.

Werkomstandigheden : temperatuur van de beweeglijke oven : 600°C — Desorptietijd : 3 min — Kolom (diameter 1/8 duim, lengte 2 m) in Apiezon L (20 % gewicht) op Chromosorb P — begintemperatuur 65°C en eindtemperatuur 250°C met programmatie van 1,7°C/min na een periode op constante temperatuur van 5 min — debiet in cm^3/min : N_2 (draaggas) : 19 — H_2 : 26 — lucht : 400.

4. CONTROLE DU PRELEVEMENT

41. Volume aspiré.

Nous avons d'abord réalisé l'aspiration des fumées à l'aide d'une mini-pompe aspirante électrique ; le débit était contrôlé au moyen d'un compteur à gaz, ce qui nous permettait d'assurer la reproductibilité des volumes aspirés.

En vue de simplifier le mode de prélèvement, nous avons ensuite expérimenté une pompe à main du type « Bacharach », mais la reproductibilité était insuffisante et nous avons dû l'abandonner.

La poire du type « Propipette » que nous avons finalement adoptée constitue un système très sim-

4. CONTROLE OP HET OPNEMEN

41. Afgezogen volume.

Eerst hebben wij de rookgassen afgezogen met behulp van een elektrische minizuigpomp ; het debiet werd gecontroleerd met een gasteller zodat wij de afgezogen volumes nauwkeurig kenden.

Om het opnemen te vereenvoudigen hebben wij dan proeven gedaan met een handpomp van het type « Bacharach » maar de nauwkeurigheid was te klein en wij hebben dit moeten opgeven.

De peer type « Propipette » die wij tenslotte hebben aangenomen betekent een zeer eenvoudig

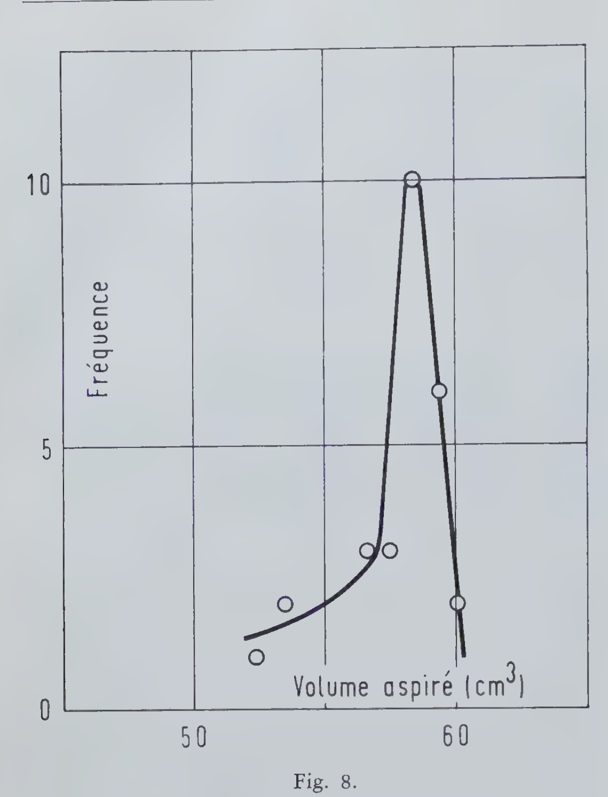


Fig. 8.

Courbe de répartition des volumes aspirés au moyen d'une poire du type « Propipette ».

Verdeelkromme van de volumes afgezogen door middel van een peer type « Propipette ».

fréquence : frequentie
volume aspiré : aangezogen volume.

ple qui permet d'aspirer un volume défini de façon suffisamment reproductible ainsi que le montre la courbe de répartition de la figure 8. Cette courbe établie en se basant sur 30 aspirations montre que, pour la « Propipette » étudiée, le volume le plus probable est de 58,5 cm3 avec un écart standard de 1,8 cm3 (± 3 %).

42. Rendement de captation.

Pour évaluer le rendement de captation, nous avons procédé de la façon suivante.

La fumée d'une cigarette a été aspirée à travers un système comportant deux cartouches, l'une à la température ordinaire, l'autre plongée dans l'air liquide. Les substances non retenues sur la première cartouche sont adsorbées sur la deuxième. En examinant les deux cartouches dans les mêmes conditions, en présence d'une colonne, il est possible, en faisant le rapport des surfaces des pics communs aux deux chromatogrammes, d'estimer, en fonction des températures d'ébullition, le rendement de captation. Les résultats obtenus sont rassemblés à la colonne 2 du tableau 1. Les valeurs de la colonne 3 montrent que, pour des substances à faible température d'ébullition,

systeem en laat toe een bepaald volume af te zuigen met voldoende nauwkeurigheid zoals blijkt uit de spreidingskromme van figuur 8. Deze kromme is opgesteld op basis van 30 afzuigbewerkingen, en toont dat het meest waarschijnlijke volume voor de « Propipette » 58,5 cm3 bedraagt met een standaardafwijking van 1,8 cm3 (± 3 %).

42. Captatierendement.

Om het captatierendement te kennen zijn we als volgt te werk gegaan :

De rook van een sigaret werd afgezogen doorheen een stelsel van twee patronen, de eerste op gewone temperatuur, de tweede ondergedompeld in vloeibare lucht. De stoffen die door de eerste patroon niet worden tegengehouden worden door de tweede geadsorbeerd. Onderzoekt men de twee patronen in dezelfde omstandigheden, in aanwezigheid van een kolom, dan kan men, door de verhouding te maken van de oppervlakken der pieken die men in beide chromatogrammen terugvindt, een schatting maken van het captatierendement in functie van de kooktemperatuur. De bekomen resultaten worden weergegeven in kolom 2 van tabel 1. De cijfers van kolom 3 tonen dat het rendement voor stoffen met lage kooktemperatuur sterk verbeterd wordt wanneer de patroon wordt afgekoeld op de temperatuur van koolzuursneeuw. De cijfers van tabel 1 moeten niet te letterlijk opgenomen worden vermits het rendement voor een bepaalde stof niet alleen afhangt van haar dampspanning bij de temperatuur van de patroon maar ook van haar polariteit. Het rendement hangt ook af van de omstandigheden van afzuiging : de cijfers van tabel 1 werden berekend uit monsters die bekomen werden met vijf slagen van de peer ; het spreekt vanzelf dat het rendement nog beter zou zijn voor een monster bekomen met een enkele slag van de peer. Wat een patroon op gewone temperatuur betreft, en in de gewone werkvoorwaarden, blijkt uit tabel 1 dat het captatierendement absoluut voldoende is voor stoffen wier kooktemperatuur 125 °C bedraagt en zeer goed is op het peil van 175 °C. Voor stoffen met een kookpunt boven de 175 °C kan men spreken van een totale adsorptie.

5. CONTROLE OP DE DESORPTIE

51. Desorptierendement.

Dank zij de temperatuur die bereikt wordt in de patroon kunnen koolwaterstoffen gedesorbeerd worden met een zeer hoge kooktemperatuur. Zo bij voorbeeld worden het hexatriacontaan, een paraffine met rechte ketens die 36 koolstofatomen bevatten, en het benzo(a)pyreen, koolwater-

le rendement est fortement amélioré si la cartouche est refroidie à la température de la carboglace. Les valeurs du tableau 1 ne doivent pas être considérées avec une rigueur absolue, car pour une substance donnée le rendement dépend non seulement de sa tension de vapeur à la température de la cartouche, mais également de sa polarité. Le rendement dépend aussi des conditions d'aspiration : les valeurs du tableau 1 ont été calculées à partir d'un échantillon obtenu à l'aide de cinq coups de poire et il est évident que les rendements seraient encore meilleurs pour un échantillon obtenu à l'aide d'un seul coup. Pour une cartouche à température ordinaire, et dans nos conditions habituelles de travail, il ressort du tableau 1 que le rendement de captation est tout à fait satisfaisant pour les substances ayant une température d'ébullition de 125 °C et excellent au niveau de 175 °C. Pour les substances dont la température d'ébullition est supérieure à 175 °C, on peut dire que l'adsorption est totale.

5. CONTROLE DE LA DESORPTION

51. Rendement de désorption.

La température atteinte dans la cartouche permet de désorber des hydrocarbures ayant une température d'ébullition très élevée. Ainsi l'hexatriacontane, paraffine à chaîne droite renfermant 36 atomes de carbone, et le benzo(a)pyrène, hydrocarbures qui ont des températures d'ébullition voisines de 500 °C, sont aisément élués.

D'autre part, si après désorption des goudrons, la cartouche est éluée par le méthanol et si l'éluat obtenu est examiné en lumière ultra-violette, il n'apparaît dans le spectre aucune trace de bandes qui seraient dues à des substances encore adsorbées sur la cartouche.

stoffen met een kooktemperatuur van bij de 500 °C, zonder moeite afgezonderd.

Wanneer anderzijds, na desorptie van de teer, de patroon bewerkt wordt met methanol en het produkt daarvan wordt onderzocht in ultra-violet licht, verschijnt er in het spectrum geen spoor van een franje die zou te wijten zijn aan een of andere stof die nog op de patroon geadsorbeerd zit.

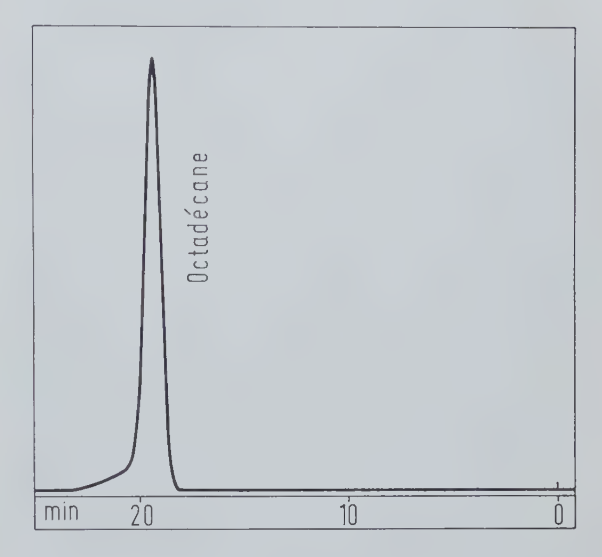


Fig. 9.

Désorption thermique suivie de chromatographie de l'octadécane

Conditions opératoires : Température du four mobile : 600°C — Temps de désorption : 3 min — Colonne et débits : voir légende figure 7 — Température isotherme de 250°C.

Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van octadecaan.

Werkomstandigheden : temperatuur van de beweeglijke oven : 600°C — Desorptietijd : 3 min — Kolom en debieten : zie legende figuur 7 — constante temperatuur van 250°C.

TABLEAU I. — TABEL I.

Rendement de captation.

Captatierendement.

Niveau des températures d'ébullition Niveau van de kooktemperaturen 1	% retenu sur cartouche de prélèvement % dat achterblijft op de monsterpatroon	
	à temp. ordinaire op gewone temperatuur 2	à temp. carboglace op de temperatuur van koolzuursneeuw 3
70 °C	10—15	65—70
125 °C	90—95	95—100
175 °C	95—100	100

52. Problème du cracking.

Pour vérifier qu'il ne se produit aucun phénomène de cracking, nous avons déposé de l'octadécane, paraffine normale renfermant 18 atomes de carbone, sur une cartouche et nous l'avons désorbé. Comme le montre la figure 9, il n'apparaît, sur le chromatrogramme obtenu, aucun pic de paraffines ou d'oléfines plus courtes qui se seraient formées par cracking.

52. Het probleem van het kraken.

Om er zeker van te zijn dat er geen kraking optreedt hebben wij octadecaan, een normale paraffine met 18 koolstofatomen, op een patroon aangebracht en gedesorbeerd. Figuur 9 toont aan dat het chromatogram geen enkele piek vertoont van paraffinen of olefinen met kleinere afmetingen die door kraking zouden gevormd zijn.

53. Réponse du détecteur.

En première approximation, on peut considérer que la surface de la courbe d'élution est proportionnelle à la quantité de substance présente sur la cartouche ; pour évaluer cette quantité, il faut avoir recours à des courbes d'étalonnage.

Cependant, la réponse d'un détecteur à ionisation de flamme dépendant de la nature des molécules présentes, nous avons vérifié, pour quelques hydrocarbures lourds, dans quelles limites cette réponse peut varier ; le tableau 2 compare les réponses obtenues pour un même poids de différents hydrocarbures.

Les résultats du tableau 2 ont été obtenus dans les conditions opératoires habituelles, les mélanges étant introduits à l'aide d'une seringue, en présence d'une colonne d'Apiezon L (20 % en poids) sur Chromosorb P.

53. Het aanspreken van de detector.

In eerste benadering kan men zeggen dat de oppervlakte van de scheidingskromme evenredig is met de hoeveelheid die van deze stof in de patroon aanwezig was ; om deze hoeveelheid te kennen moet men beschikken over ijkkrommen.

Evenwel hangt de inlichting verschaft door een vlamionisatiedetector af van de aard der te onderzoeken moleculen en daarom hebben wij nagegaan binnen welke grenzen deze inlichtingen voor sommige zware koolwaterstoffen kunnen variëren; tabel 2 vergelijkt de inlichtingen die bekomen worden voor eenzelfde gewicht van verschillende koolwaterstoffen.

De resultaten van tabel 2 werden bekomen in de gebruikelijke werkvoorwaarden ; de mengsels werden aangevoerd met behulp van een injectienaald, in aanwezigheid van een kolom van Apiezon L (gewichtsprocent 20) op Chromosorb P.

TABLEAU II. — TABEL II.

Réponses relatives pour un même poids d'hydrocarbures (Naphtalène = 100)

Inlichtingen betreffende eenzelfde hoeveelheid koolwaterstoffen (naftaleen = 100)

Hydrocarbure Koolwaterstof	Formule brute Bruto formule	Poids moléculaire Moleculair gewicht	Réponse relative en poids Relatieve waarde der inlichting in gewicht
Naphtalène Naftaleen	$C_{10}H_8$	128,16	100
Acénaphtène Acenafteen	$C_{12}H_{12}$	154,20	104
Anthracène Antraceen	$C_{14}H_{10}$	178,22	89
Tridécane Tridecaan	$C_{13}H_{28}$	184,36	110
Heptadécane Heptadecaan	$C_{17}H_{36}$	240,46	101

Pour les hydrocarbures qui figurent au tableau 2, les écarts par rapport au naphtalène ne dépassent guère 10 %. Toutefois pour des substances qui contiennent de l'oxygène ou de l'azote, les réponses relatives varient probablement dans des limites plus larges, comme c'est le cas pour les substances de poids moléculaire moins élevé. Ainsi, d'après Maggs, les réponses en poids par rapport à celles de l'heptane prises égales à 1,00 sont respectivement 0,69 pour le n-heptanol et 0,62 pour le méthyl-n-hexoate [8].

Pour des mesures de haute précision, il est donc nécessaire d'établir, pour chaque type de combustible, des courbes d'étalonnage à partir de quantités connues de goudrons. On peut procéder simplement de la façon suivante :

Les goudrons recueillis sur Chromosorb, de la façon habituelle, sont élués par le sulfure de carbone. Ils sont pesés, après évaporation du solvant, puis dilués dans une quantité connue de sulfure de carbone, et différents volumes de cette solution sont déposés sur des cartouches qui sont alors désorbées thermiquement.

Une courbe d'étalonnage établie à partir de goudrons prélevés lors de la combustion d'agglomérés au brai est représentée à la figure 10.

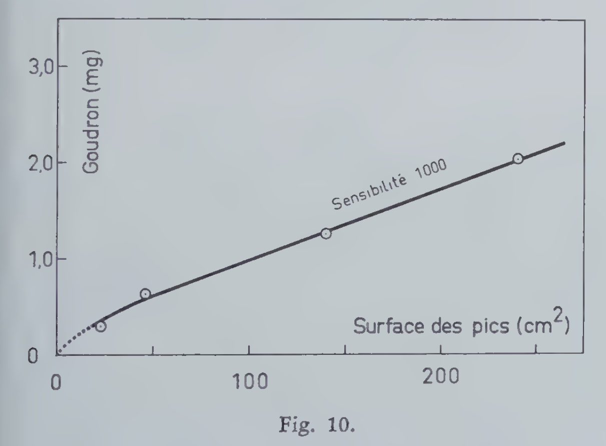


Fig. 10.

Courbe d'étalonnage établie à partir de quantités connues de goudrons prélevés lors de la combustion d'agglomérés au brai.

IJkkromme gemaakt met behulp van gekende hoeveelheden teer opgenomen tijdens de verbranding van pekagglomeraten.

goudron : teer
sensibilité : gevoeligheid
surface des pics : oppervlakte van de pieken.

54. Limite de détection.

La sensibilité mise en œuvre pour l'obtention de la courbe représentée à la figure 10 est égale à 1000. Ceci signifie que le détecteur du chromatographe utilisé permet une sensibilité mille fois plus élevée. Nous avons cherché, dans nos condi-

Voor de koolwaterstoffen van tabel 2 valt de afwijking ten opzichte van naftaleen niet buiten de 10 %. Voor stoffen die zuurstof of stikstof bevatten zullen de inlichtingen relatief evenwel binnen wijdere grenzen variëren, zoals het geval is voor de stoffen met lager moleculair gewicht. Volgens Maggs zijn de inlichtingen vergeleken met die van heptaan die men gelijk aan 100 neemt, respectievelijk 0,69 voor n-heptanol en 0,62 voor methyl-n-hexoaat [8].

Bijgevolg heeft men, voor een zeer nauwkeurig resultaat, ijkkrommen nodig die voor elk type van brandstof moeten opgesteld worden aan de hand van gekende hoeveelheden teer. Men kan eenvoudig tewerk gaan als volgt :

De hoeveelheden teer die op de gewone wijze op Chromosorb zijn opgevangen worden afgescheiden met behulp van zwavelkoolstof. Na verdamping van het oplosmiddel worden ze gewogen en dan verdund in een gekende hoeveelheid zwavelkoolstof en verschillende volumes van deze oplossing worden neergezet op patronen die vervolgens thermisch gedesorbeerd worden.

Figuur 10 stelt een ijkkromme voor opgemaakt met teer opgenomen tijdens de verbranding van pekeitjes.

54. Detectiegrens.

De gevoeligheid aangewend bij het opstellen van de kromme van figuur 10 is gelijk aan 1000. Dit betekent dat de detector van de gebruikte chromatograaf een 1000 maal grotere gevoeligheid toelaat. Wij hebben nagegaan welke in onze werkvoorwaarden de werkelijke detectiegrens was die kon bereikt worden. In het geval van antraceen hebben wij gezien dat de piekoppervlakte voor hoeveelheden gelijk aan 10^{-6} gram nog groot genoeg was voor een nauwkeurige meting. Vermits het gewicht van een liter lucht ongeveer 1,2 gram bedraagt, volgt daaruit dat men minder dan één p.p.m. antraceen in een luchtmonster van 1 liter kan opsporen. De gevoeligheid van de methode is zo groot dat men erover denkt ze niet alleen te gebruiken bij de studie van de bronnen van bezoedeling, maar ook bij het doseren van de zware koolwaterstoffen in de atmosfeer.

TOEPASSINGEN

61. Bepaling van de globale concentraties.

De zoëven beschreven methode heeft vele toepassingen.

Figuur 11 geeft de kromme van de verminde-ring in functie van de tijd, van de hoeveelheid

tions de travail, quelle était effectivement la limite de détection que l'on pouvait atteindre. Dans le cas de l'anthracène, nous avons trouvé que pour des quantités égales à 10^{-6} gramme, la surface du pic obtenu était encore suffisamment grande pour permettre une mesure précise. Le poids d'un litre d'air étant approximativement de 1,2 gramme, il s'ensuit que l'on peut doser moins d'une p.p.m. d'anthracène dans un échantillon d'un litre d'air. La sensibilité de la méthode est telle que l'on peut envisager de l'appliquer non seulement à l'étude des sources de pollution, mais également au dosage des hydrocarbures lourds présents dans l'atmosphère.

6. APPLICATIONS.

61. Détermination de concentrations globales.

La méthode qui vient d'être décrite permet de nombreuses applications.

A la figure 11, est représentée la courbe de décroissance en fonction du temps des quantités de goudrons présentes dans les fumées d'un foyer domestique après un rechargement de boulets au brai à base de charbon flambant.

Mais il n'est pas que dans le domaine des combustibles solides que la méthode est applicable. Elle permet, par exemple, de déterminer la concentration totale en hydrocarbures lourds des fumées de cigarettes et des gaz d'échappement des véhicules automobiles. La figure 12 montre qu'il est possible de juger facilement de l'efficacité des filtres de cigarettes. Cette expérience a été réalisée dans les conditions suivantes : une cigarette à bout filtre a été fixée à une cartouche, allumée

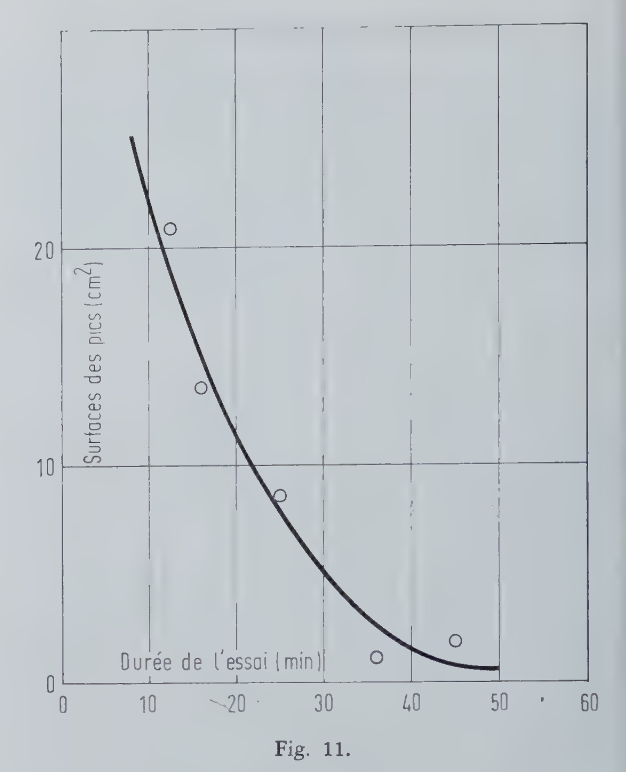


Fig. 11.

Variation de la teneur en goudrons des fumées d'un foyer domestique après chargement de boulets de 35 grammes de charbon flambant aggloméré au brai.

Variatie van het teergehalte in de rookgassen van een huishoudelijke haard na het vullen met eitjes van 35 gram uit vlamkolen geagglomereerd met pek.

durée de l'essai : duur van de proef
surface des pics : oppervlakte van de pieken.

teer aanwezig in de rookgassen van een huishoudelijke haard nadat deze gevuld werd met teereitjes gemaakt uit vlamkolen.

De methode is echter niet alleen toepasselijk op het gebied van de vaste brandstoffen. Men kan er bij voorbeeld de totale concentratie in zware koolwaterstoffen mee bepalen in de rook van een sigaret en in de uitlaatgassen van auto's. Figuur 12 toont aan dat men gemakkelijk een oordeel kan geven over de doeltreffendheid van de filters der sigaretten. Deze proefneming werd als volgt uitgevoerd : een filtersigaret werd vastgemaakt aan

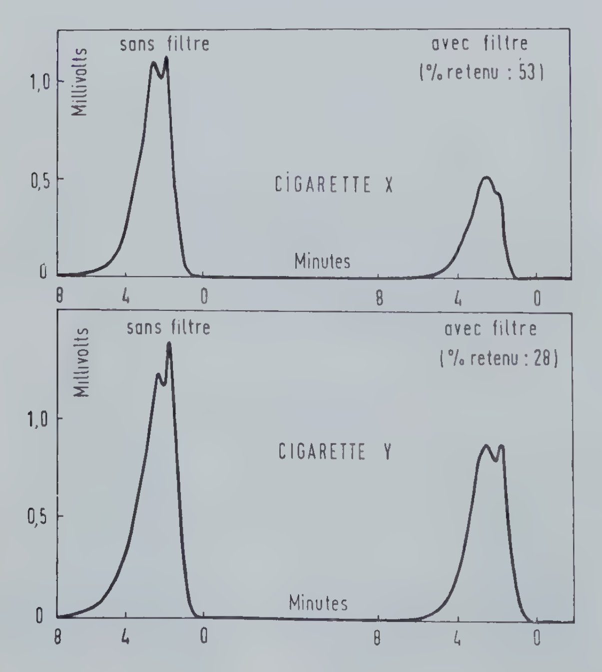


Fig. 12.

Exemple d'efficacité des filtres de deux marques de cigarettes X et Y.

Voorbeeld van de doeltreffendheid der filters van twee merken van sigaretten X en Y.

retenu : tegengehouden.

et enlevée après que la fumée produite par l'aspiration des deux premiers coups de poire ait traversé le Chromosorb. On a procédé de la même façon avec une autre cigarette de la même marque dont le filtre avait été coupé. Les deux cartouches ont ensuite été examinées dans les conditions habituelles.

een patroon, ontstoken en weggenomen nadat de rook door de eerste twee slagen van de peer doorheen het Chromosorb was gezogen. Men heeft hetzelfde gedaan met een andere sigaret van hetzelfde merk waarvan de filter was afgesneden. Vervolgens werden de twee patronen op de gebruikelijke wijze onderzocht.

62. Analyses chromatographiques détaillées.

Les chromatogrammes de la figure 13 ont été obtenus à partir de prélèvements réalisés lors de la combustion, dans un foyer domestique, de charbon flambant ou d'agglomérés au brai. La comparaison de ces chromatogrammes montre que si la composition des goudrons présente, à partir d'un certain niveau, une certaine ressemblance qualitative, la composition quantitative est par contre tout à fait différente.

La méthode de désorption thermique, suivie de chromatographie, est également applicable à d'autres domaines que celui des combustibles, ainsi que le montrent les deux exemples suivants :

A la figure 14 est représenté un chromatogramme qui permet de se rendre compte de la complexité des goudrons présents dans la fumée des cigarettes et à la figure 15 le chromatogramme obtenu à partir d'un échantillon prélevé dans les gaz d'échappement d'un moteur automobile deux temps.

62. Gedetaillerde chromatografische ontledingen.

De chromatogrammen van figuur 13 komen voort van monsters opgenomen tijdens de verbranding van vlamkolen of pekeitjes in een huishoudelijke haard. Uit de vergelijking volgt dat de samenstelling van de teer van een zeker niveau af op kwalitatief gebied te vergelijken is, maar totaal verschillende is op kwantitatief gebied.

De methode door thermische desorptie gevolgd door chromatografie, is ook toepasselijk op andere domeinen dan dat van de brandstoffen, zoals blijkt uit de volgende twee voorbeelden :

Figuur 14 geeft een chromatogram waarop men zich rekenschap kan geven van de ingewikkelde samenstelling van de teer aanwezig in de rook van een sigaret ; figuur 15 geeft chromatogrammen van monsters opgenomen in de uitlaatgassen van een tweetakautomotor.

63. Possibilité de dosage du benzo(a)pyrène.

Parmi les hydrocarbures lourds dont l'effet cancérigène a été établi avec le plus de certitude par des expérimentations sur animaux, le benzo(a)pyrène est actuellement considéré comme le plus nocif.

La mise au point de méthodes d'analyse du benzo(a)pyrène a fait l'objet de nombreuses recherches, particulièrement de Sawicki et de ses collaborateurs de l'U.S. Department of Health, Education and Welfare à Cincinnati et, ainsi que le signale cet auteur dans un article général [9], des déterminations de concentration en benzo(a)pyrène ont été réalisées dans l'atmosphère de plusieurs villes : Liège [10], Prague [11], Copenhague [12], etc...

Le dosage du benzo(a)pyrène étant d'une importance particulière, nous avons envisagé quelles étaient les possibilités d'application de notre méthode à la détermination de cet hydrocarbure.

Un mélange composé d'anthracène, de pyrène et de benzo(a)pyrène a été déposé sur une cartouche, désorbé thermiquement et analysé dans les conditions chromatographiques précisées dans

63. Mogelijkheid om benzo(a)pyreen te doseren.

Bij de zware koolwaterstoffen waarvan de kankerverwekkende eigenschappen met de meeste zekerheid konden vastgesteld worden door proeven op dieren, wordt benzo(a)pyreen thans beschouwd als de meest schadelijke.

Talrijke opzoekingen werden verricht om een ontleedmethode voor het benzol(a)pyreen uit te werken, bijzonder door Sawicki en zijn helpers van het U.S. Department of Health, Education and Welfare te Cincinnati ; zoals deze auteur in een algemeen artikel [9] zegt werden concentratiebepalingen op benzo(a)pyreen uitgevoerd in de atmosfeer van verschillende steden : Luik [10], Praag [11], Kopenhagen [12], enz.

Vermits het doseren van benzo(a)pyreen uitzonderlijk belang heeft hebben wij nagegaan welke de mogelijkheden waren die onze methode bood voor het bepalen van deze koolwaterstof.

Wij hebben een mengsel van antraceen, pyreen en benzo(a)pyreen op een patroon aangebracht, thermisch gedesorbeerd en chromatografisch ontleed in de omstandigheden voorgesteld in de legende van figuur 16. Het chromatogram van de-

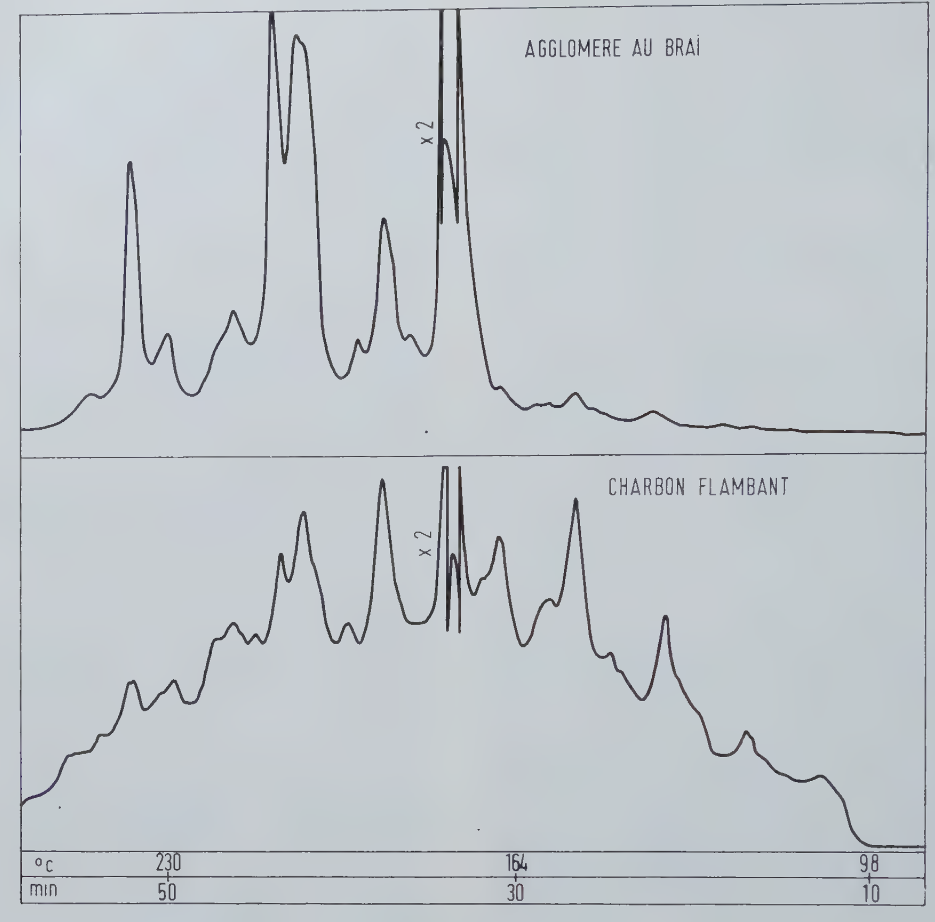


Fig. 13.

Désorption thermique suivie de chromatographie de goudrons prélevés dans les fumées d'un aggloméré au brai à base de charbon gras B et d'un charbon flambant. Conditions opératoires : Température du four mobile : 600°C — Temps de désorption : 3 min — Colonne et débits : voir légende figure 7 — Température initiale de 65°C et finale de 250°C avec programmation de 3,3°C/min.

Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van teersoorten opgenomen in de rookgassen van een pekagglomeraat uit vette kolen B en vlamkolen. Werkomstandigheden : temperatuur van de beweeglijke oven : 600°C — desorptietijd : 3 min — Kolen en debieten : zie legende figuur 7 — Begintemperatuur van 65°C en eindtemperatuur van 250°C met programmatie van 3,3°C/min.

aggloméré au brai : pekagglomeraat
charbon flambant : vlamkolen.

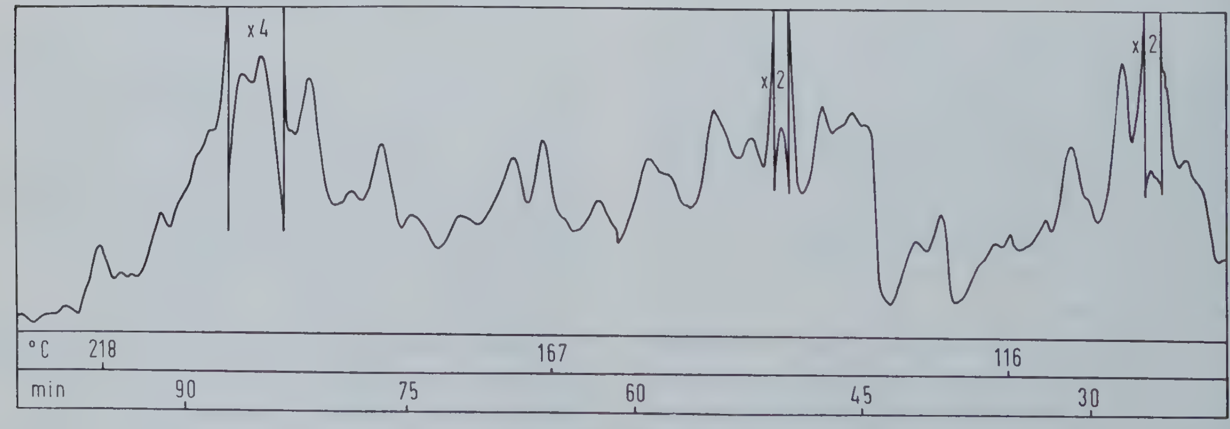


Fig. 14.

Désorption thermique suivie de chromatographie de goudrons prélevés dans une fumée de cigarette. Conditions opératoires : voir légende figure 7.

Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van teer uit sigaretterook. Werkomstandigheden : zie legende figuur 7.

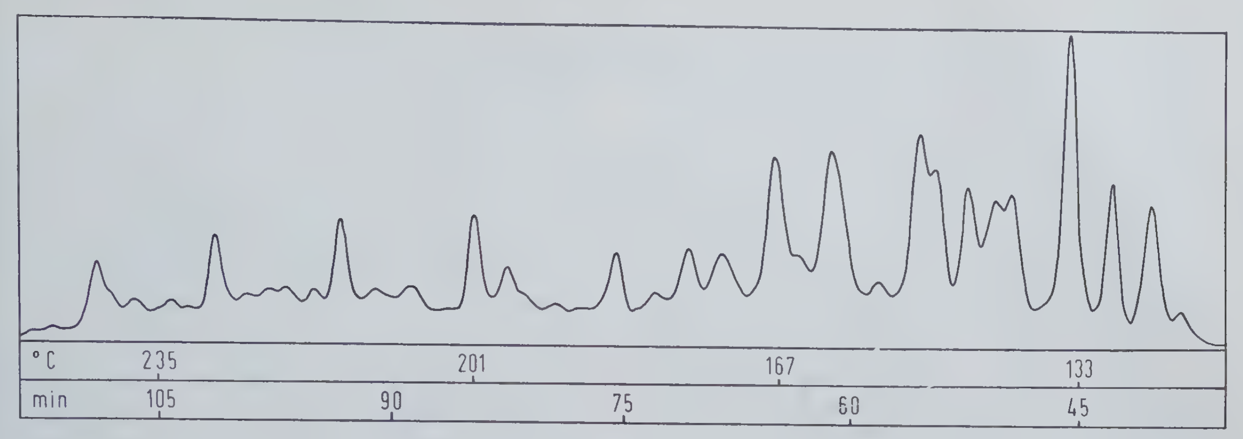


Fig. 15.
Désorption thermique suivie de chromatographie d'un prélèvement réalisé dans les gaz d'échappement d'un moteur automobile deux temps.
Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van een monster opgenomen in de uitlaatgassen van een tweetakt-automotor.
Condition opératoires : voir légende figure 7. Werkomstandigheden : zie legende figuur 7.

la légende de la figure 16. Le chromatogramme représenté dans cette figure montre qu'il est possible d'éluer ces hydrocarbures aromatiques polycycliques ; les pics d'élution ne sont pas symétriques, mais ceci est dû à la nature des hydrocarbures plutôt qu'au mode de désorption.

Les chromatogrammes de la figure 17 ont été obtenus, tout comme ceux de la figure 13, à partir de prélèvements réalisés lors de la combustion de charbon flambant et d'agglomérés au brai. Les conditions opératoires sont, ici, identiques à celles adoptées lors de l'analyse du mélange synthétique d'anthracène, de pyrène et de benzo(a)pyrène ; elles provoquent, pour un profil général moins détaillé, une élution beaucoup plus rapide. On remarque, en comparant les chromatogrammes des figures 16 et 17, qu'il apparaît, dans la zone d'élution du benzo(a)pyrène, un pic complexe dont l'un des épaulements pourrait correspondre à cet hydrocarbure. Bien que des colonnes spécifiques et des conditions bien définies aient été utilisées pour l'analyse des hydrocarbures polycycliques [13] [14] [15], le seul examen d'un chromatogramme ne permet pas d'identifier de façon définitive les hydrocarbures présents. Cependant les produits séparés par chromatographie peuvent être recueillis et examinés par d'autres techniques, en particulier par la méthode fluorimétrique qui est actuellement la méthode la plus sensible de détection du benzo(a)pyrène [16].

Il est ainsi possible de concevoir un schéma de dosage, rapide et sensible, du benzo(a)pyrène dans les fumées de combustion dont la suite des étapes serait : prélèvement sur cartouche de Chromosorb → désorption thermique → chromatographie en phase gazeuse → piégeage → examen fluorimétrique.

ze figuur toont aan dat het mogelijk is deze aromatische polycyclische koolwaterstoffen af te zonderen ; de scheidingspieken zijn niet symmetrisch, doch dat is eer een gevolg van de aard der koolwaterstoffen en niet van de wijze van desorptie.

De chromatogrammen van figuur 17 werden evenals die van figuur 13 bekomen uit monsters opgenomen bij de verbranding van vlamkolen en pekeitjes. De werkvoorwaarden zijn hier dezelfde als bij de ontleding van het synthetisch mengsel van antraceen, pyreen en benzo(a)pyreen ; ze geven voor een minder gedetailleerd algemeen profiel een veel snellere scheiding. Door vergelijking van de chromatogrammen van de figuren 16 en 17 bemerkt men het ontstaan, in de scheidingszone van het benzo(a)pyreen, van een piek met ingewikkelde vorm, waarvan een uitstulping zou kunnen overeenkomen met deze koolwaterstof. Alhoewel specifieke kolommen en welbepaalde voorwaarden werden gebruikt voor het ontleden der polycyclische koolwaterstoffen [13] [14] [15], is het onderzoek van een chromatogram alleen niet voldoende om de aanwezige koolwaterstoffen definitief te identificeren. De door chromatografie gescheiden produkten kunnen echter wel opgevangen worden en volgens andere technieken ontleed, in het bijzonder door de fluorimetrische methode die momenteel de meest gevoelige methode is voor het detecteren van het benzo(a)-pyreen [16].

Op die manier kan een schema opgesteld worden voor een snelle en gevoelige dosering van het benzo(a)pyreen in de verbandingsgassen, die de volgende stappen zou bevatten : opvangen op Chromosorbpatroon → thermische desorptie → chromatografie in de gasfaze → opvangen → fluorimetrisch onderzoek.

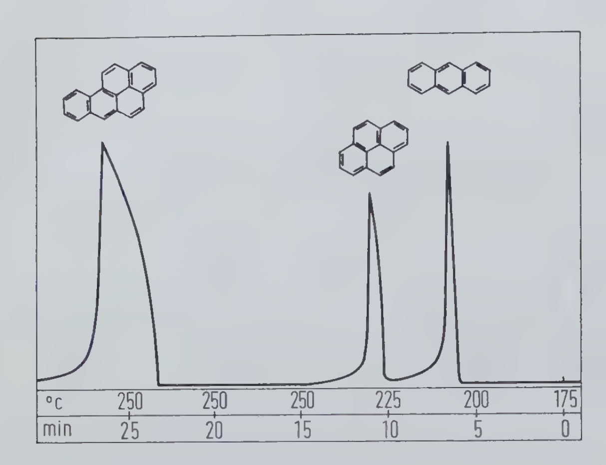


Fig. 16.

Désorption thermique suivie de chromatographie d'un mélange d'anthracène, de pyrène et de benzo(a)pyrène.

Conditions opératoires : Température du four mobile : 600°C — Temps de désorption : 3 min — Colonne (diamètre 1/8 pouce ; longueur 2 m) de graisse de silicone E 301 (3 % en poids) sur Chromosorb W — Température initiale de 175°C et finale de 250°C avec programmation de 5°C/min — Débits en cm³/min : N_2 (gaz porteur) : 19 ; H_2 : 26 ; air : 400.

Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van een mengsel van antraceen, pyreen en benzo(a)pyreen.

Werkomstandigheden : temperatuur van de beweeglijke oven : 600°C — desorptietijd : 3 min — Kolom (diameter 1/8 duim ; lengte 2 m) met silikonenvet E 301 (3 % in gewicht) op Chromosorb W — Begintemperatuur 175°C en eindtemperatuur 250°C met programmatie van 5°C/minuut — Debieten in cm³/min : N_2 (draaggas) 19 ; H_2 : 26 ; lucht : 400.

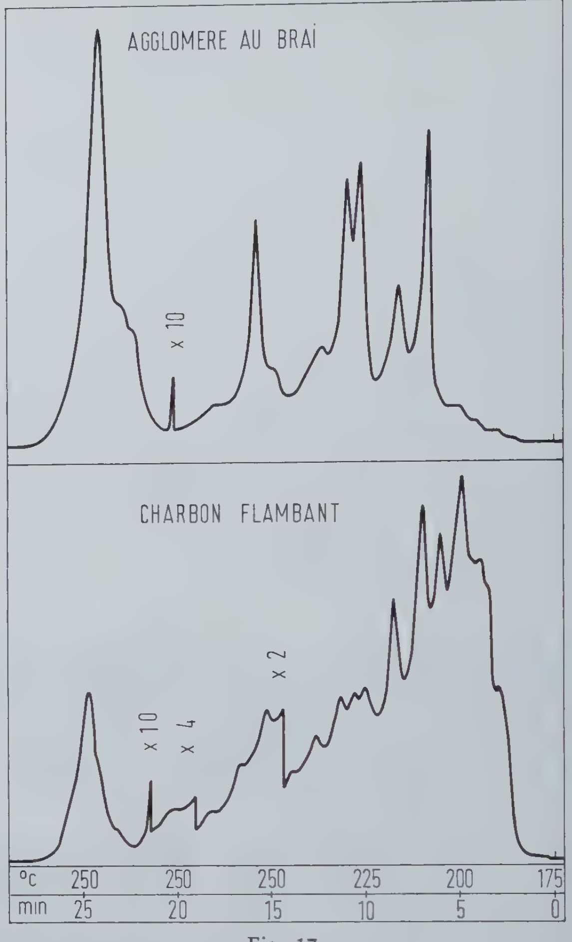


Fig. 17.

Désorption thermique suivie de chromatographie de goudrons prélevés dans les fumées d'un aggloméré au brai à base de charbon gras B et d'un charbon flambant.

Conditions opératoires : voir légende figure 16.

Thermische desorptie gevolgd door chromatografie van teer opgenomen in de rookgassen van een pekagglomeraat en vette kolen B en uit vlamkolen.

Werkomstandigheden : zie legende figuur 16.

7. CONLUSIONS.

Le dispositif d'échantillonnage qui vient d'être décrit est simple, d'un poids et d'un encombrement négligeables et il permet, en un temps très court, un prélèvement quantitatif des hydrocarbures lourds présents dans les fumées à l'état de vapeurs ou à l'état d'aérosols. La sensibilité de la méthode de mesure par détecteur à ionisation de flamme est excellente, la limite de détection étant de l'ordre d'une p.p.m. La méthode mise au point permet non seulement une mesure de la concentration totale, mais encore une mesure des concentrations individuelles. Les possibilités d'application sont nombreuses et variées dans les domaines les plus divers.

Nous espérons que cette technique apportera une contribution valable à la solution de l'important problème du contrôle et de la prévention de la pollution atmosphérique.

7. BESLUITEN

Het hier beschreven toestel voor monsterneming is eenvoudig, zijn gewicht en omvang zijn te verwaarlozen en het maakt in een zeer korte tijd het opvangen van een kwantitatief monster van zware koolwaterstoffen aanwezig in de rookgassen, onder de vorm van damp of aerosol, mogelijk. De gevoeligheid van de meetmethode met behulp van vlamionisatiedetector is zeer goed en de detectiegrens ligt dan ook bij 1 p.p.m. De uitgewerkte methode maakt niet alleen het meten van een totale concentratie mogelijk maar ook het meten van individuele concentraties. De toepassingsmogelijkheden zijn talrijk en verscheiden en liggen in de meest uiteenlopende domeinen.

Wij hopen dat deze techniek een bruikbare bijdrage zal betekenen in verband met de oplossing van het zware probleem van de controle en op de voorkoming van de luchtbezoedeling.

BIBLIOGRAPHIE

[1] A.P. ALTSHULLER - Analyt. Chem. 39, 10 R, 1967.

[2] A.P. ALTSHULLER - J. of Gas Chromatog. 1, 6, 1963.

[3] A.J. ANDREATCH et R. FEINLAND - Analyt. Chem. 32, 1021, 1960.

[4] G.O. GUERRANT - Analyt. Chem. 37, 516, 1965.

[5] BECKMAN TOTAL HYDROCARBON ANALYSERS - Beckman Instruments Inc., Bulletin GA-4029-C.

[6] J. BRICTEUX - Annales des Mines de Belgique, 1543, décembre 1966.

[7] J. BRICTEUX - Annales des Mines de Belgique, 38, janvier 1967.

[8] R.J. MAGGS - Column, W.G. Pye Gas Chrom. Bull., Ed. D. Barnes, Vol. 1, n° 2, 2, 1966.

[9] E. SAWICKI - Arch. Environ. Health, 14, 46, 1967.

[10] D. RONDIA - Arch. Belg. Med. Soc. Hyg. 18, 220, 1960.

[11] V. SKRAMOVSKY - Acta Un. Int. Canc. 19, 733, 1963.

[12] J.M. CAMPBELL et J. CLEMMESEN, Dan. Med. Bull. 3, 205, 1956.

[13] A. LIBERTI, G.P. CARTONI et V. CANTUTI - J. Chromatog. 15, 141, 1964.

[14] V. CANTUTI, G.P. CARTONI, A. LIBERTI et A.G. TORRI - J. Chromatog. 17, 60, 1965.

[15] L. DEMAIO et M. CORN - Analyt. Chem. 38, 131, 1966.

[16] E. SAWICKI, T.W. STANLEY, W.C. ELBERT, J. MEEKER et S. McPHERSON - Atmospheric Environment, Vol. 1, 131, Pergamon Press 1967, Great-Britain.

ANNEXE

METHODE D'EXAMEN DES ECHANTILLONS PAR ELUTION AU METHANOL ET SPECTROPHOTOMETRIE ULTRA-VIOLETTE

BIJVOEGSEL

METHODE VOOR HET ONTLEDEN VAN MONSTERS DIE IN METHANOL OPGENOMEN WORDEN EN ONDERZOCHT DOOR ULTRA-VIOLET-SPECTROFOTOMETRIE

La méthode d'évaluation par désorption thermique et ionisation de flamme a le mérite de ne nécessiter aucun transfert de l'échantillon.

Dans certains cas cependant, on peut souhaiter mettre l'échantillon en solution, en vue de le soumettre à d'autres méthodes d'examen.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après le détail d'une méthode que nous avons expérimentée et qui associe l'élution par solvant et l'analyse spectrophotométrique. Le méthanol a été utilisé pour la désorption et l'extinction des solutions a été mesurée a une longueur d'onde déterminée. La comparaison des valeurs obtenues avec celles d'une courbe d'étalonnage permet d'évaluer les

Een voordeel van de meetmethode door thermische desorptie en vlamionisatie is, dat het monster op geen enkel ogenblik moet worden verplaatst.

In sommige gevallen kan het nochtans wenselijk zijn het monster op te lossen ten einde het aan andere onderzoekingsmethoden te onderwerpen.

Bij wijze van voorbeeld beschrijven wij hier in bijzonderheden een methode die wij geprobeerd hebben en die bestaat in een samenvoeging van de afscheiding door oplossing en de spectrofotometrische analyse. Het methanol werd gebruikt voor het oplossen en de uitdovingsfranjes van de oplossingen werden gemeten bij een bepaalde golflengte. Door vergelijking van de bekomen uit-

quantités présentes sur la cartouche. Il s'agit donc ici, essentiellement, d'une méthode de détermination de la concentration totale.

Des essais ont montré qu'un faible volume de méthanol élue complètement les goudrons fixés sur le Chromosorb. L'élution s'effectue dans un ballon jaugé de 10 ml, en déposant 3 ml de méthanol dans la cartouche de prélèvement. Un papier filtre, Schleicher et Schüll n° 597, arrête les fibres de laine de verre entraînées par le solvant sans toutefois empêcher l'entraînement de très fines particules de Chromosorb. Celles-ci seront responsables d'une légère absorption de la solution témoin ; il sera tenu compte de cette absorption au cours de la mesure quantitative. Après que la solution ait été amenée à 10 ml, 3 ml sont prélevés dans le ballon jaugé pour mesurer l'extinction.

Les figures 18 et 19 représentent les spectres d'absorption, entre 325 et 600 mμ, obtenus à partir de goudrons de diverses natures au moyen du spectrophotomètre Zeiss RPQ 20 A (cellules 1 cm).

slagen met die van een ijkkromme kent men de hoeveelheden van de stof die op de patroon aanwezig waren. Het betreft dus hier in wezen een methode voor de bepaling van de totale concentratie.

Proeven hebben aangetoond dat een klein volume methanol volstaat voor de volledige oplossing van de teer op het Chromosorb. Het afscheiden gebeurt in een ballon geijkt op 10 ml, met 3 ml methanol in de monsterpatroon. Een filterpapier Schleicher & Schüll nr 597 houdt de glaswolvezels tegen die door het oplosmiddel worden meegesleept maar kan niet beletten dat kleine deeltjes van het Chromosorb doorgelaten worden. Deze deeltjes veroorzaken later een lichte absorptie van de ijkoplossing ; men houdt rekening met deze absorptie bij de kwantitatieve meting. Nadat de oplossing gebracht is op 10 ml worden 3 ml in de geijkte ballon opgenomen voor het meten van de franjes.

Figuren 18 en 19 geven de absortiespectrums, tussen 325 en 600 mμ, bekomen uit teer van verschillende soorten met behulp van de spectrofotometer Zeiss RPQ 20 A (cellen 1 cm).

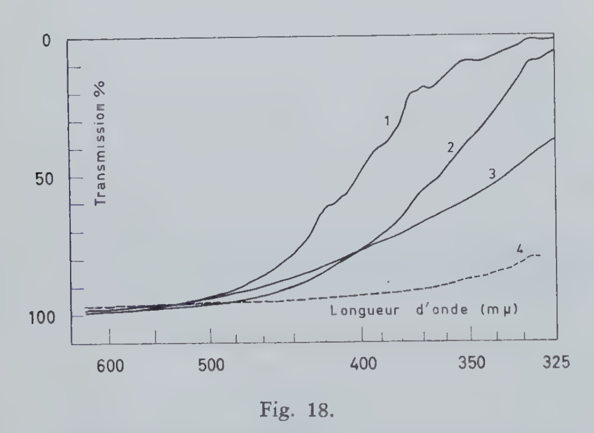


Fig. 18.

Exemples de spectres d'absorption de goudrons : (1) et (3) prélevés au cours de la combustion d'agglomérés au brai et d'un charbon maigre — (2) dans les gaz d'échappement d'un véhicule automobile — (4) absorption de la solution témoin.

Voorbeelden van absorptiespectrums van teer : (1) en (3) opgenomen tijdens de verbranding van pekagglomeraten en magere kolen — (2) opgenomen in de uitlaatgassen van een auto — (4) absorptie van de ijkoplossing.

transmission : transmissie
longueur d'onde : golflengte.

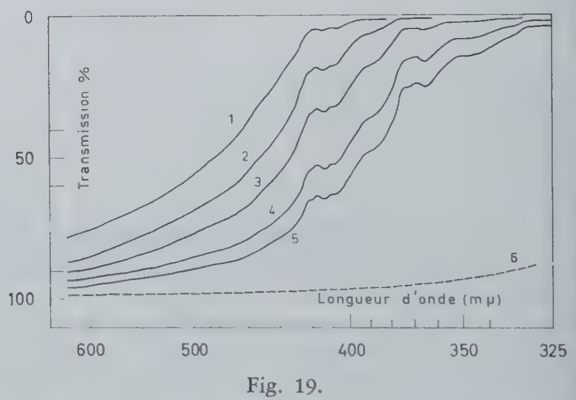


Fig. 19.

Exemples de spectres d'absorption de goudrons prélevés au cours de la carbonisation d'agglomérés au brai dans une installation pilote après le condenseur.

Absorption décroissante en fonction de la durée de carbonisation : (1) à (5) respectivement après 11, 22, 30, 41 et 50 minutes — (6) échantillon témoin.

Voorbeelden van absorptiespectrums van teer opgenomen tijdens het carboniseren van pekagglomeraten in een proefinstallatie achter de condensor.

Afnemende absorptie in functie van de carbonisatieduur : (1) tot (5) respectievelijk na 11, 22, 30, 41 en 50 minuten — (6) ijkmonster.

On peut observer que les éluats provenant de la combustion d'un charbon maigre, ou encore de gaz d'échappement de véhicules automobiles donnent des courbes d'absorption d'allure assez régulière. Au contraire, les spectres d'absorption qui proviennent d'éluats de fumées de combustion ou de carbonisation d'agglomérés au brai présentent toujours plusieurs petits maxima d'absorption dus à une concentration plus élevée en certains

Men ziet dat de produkten voortkomend van de verbranding van magere kolen of uitlaatgassen van auto's absorptiekrommen met een tamelijk regelmatige vorm geven ; daarentegen vertonen de absorptiespectrums van de produkten uit de verbrandings- of carbonisatiegassen van pekeitjes steeds verschillende kleine absorptiemaximums, tengevolge van de hogere concentratie van sommige aromatische polycyclische koolwaterstoffen. Zo bijvoorbeeld zouden de eerste twee

hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ainsi, les deux premiers maxima situés dans la région du visible aux environs de 430 mμ pourraient être dus à des hydrocarbures aromatiques tels que le coronène, le benzo(a)coronène, et le pérylène. L'épaulement nettement marqué à 400 mμ pourrait, de même, être attribué à la présence de benzo(a)pyrène et des deux maxima qui se dessinent vers 380 mμ sont caractéristiques des benzo(a)anthracène et benzo(ghi)pérylène.

Pour évaluer les quantités présentes, nous avons choisi de mesurer l'extinction à 429 mμ ; un exemple de la courbe d'étalonnage que l'on obtient, dans ces conditions, à partir de concentrations connues en goudrons provenant de la combustion d'agglomérés au brai est donné à la figure 20.

La loi de Beer reste valable quelle que soit la longueur d'onde adoptée dans la région du visible (> 400 mμ). En ce qui concerne la région UV, la mesure quantitative exige une deuxième ou même une troisième dilution.

Les résultats obtenus montrent qu'il est possible de déterminer, avec précision, des concentrations en goudrons de l'ordre de 10^{-5} gramme par litre de fumées, c'est-à-dire très approximativement dix p.p.m.

L'intérêt de cette méthode n'est cependant pas limité au seul domaine des fumées de combustion. Comme nous l'avons montré dans l'exemple de la figure 19, des prélèvements réguliers effectués dans une conduite d'une installation pilote de carbonisation, permettent de suivre l'évolution des quantités de goudrons en cours d'essai. Si l'on reporte alors l'extinction à 429 mμ (log T_O/T ; T_O transmission du témoin, T transmission de l'échantillon) sur une courbe d'étalonnage établie pour des goudrons de même nature, il est possible d'apprécier les quantités de goudrons qui circulent dans cette conduite. Un exemple de détermination au cours de la carbonisation d'une charge de 100 kg d'agglomérés est donné à la figure 21.

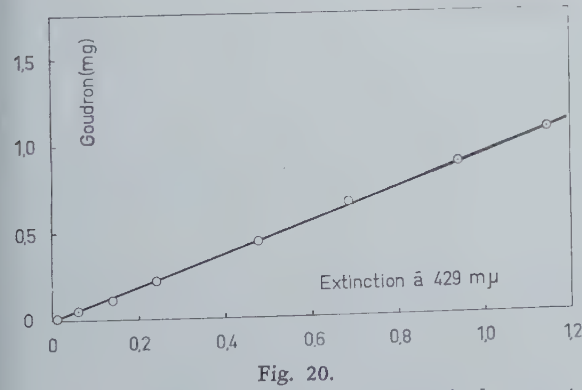


Fig. 20.

Exemple de courbe d'étalonnage établie à partir de concentrations connues de goudrons en solution dans le méthanol.

Voorbeeld van ijkkromme opgemaakt op grond van gekende concentraties van teer opgelost in methanol.

goudron : teer
extinction : absorptie-intensiteit.

maximums, gelegen in het zichtbaar gebied in de nabijheid van 430 mμ kunnen voortkomen van de aromatische koolwaterstoffen zoals coroneen, benzo(a)coroneen, en peryleen. De duidelijk zichtbare uitstulping bij 400 mμ zou op dezelfde manier kunnen toegeschreven worden aan benzo(a)pyreen en de twee maximums die zich aftekenen nabij 380 mμ zijn kenmerken voor benzo(a)antraceen en benzo(ghi)peryleen.

Om de aanwezige hoeveelheid te meten hebben wij de uitdovingsfranje van 429 mμ verkozen ; figuur 20 geeft een voorbeeld van de ijkkromme die men in die voorwaarden bekomt op grond van gekende concentraties van teer bij de verbranding van pekagglomeraten.

De wet van Beer blijft geldig voor elke golflengte die men kiest in het zichtbaar spectrum (> 400 mμ). Wat het ultraviolet gebied aangaat vergt de kwantitatieve meting een tweede en zelfs een derde verdunning.

Uit de bekomen resultaten blijkt de mogelijkheid om met nauwkeurigheid teerconcentraties van de orde van 10^{-5} gram per liter rookgassen te meten, hetgeen wil zeggen dat men zeer dicht bij tien p.p.m. is.

Deze methode is evenwel niet alleen voor verbrandingsgassen van belang. Zoals het voorbeeld van figuur 19 aantoont, kan men dank zij het regelmatig opnemen van monsters in de leiding van een proefinstallatie voor carboniseren de evolutie volgen van de hoeveelheid teer in de loop van de proef. Brengt men dan de absorptieïntensiteit bij 429 mμ (log T_O/T — T_O transmissie ijkmonster, T transmissie gemeten monster) over op een ijkkromme opgesteld voor teersoorten van dezelfde aard, dan is het mogelijk zich een gedacht te vormen van de hoeveelheden teer die door die leiding gaan. Fig. 21 geeft een voorbeeld waarop deze meting wordt verricht tijdens het carboniseren van een lading van 100 kg agglomeraten.

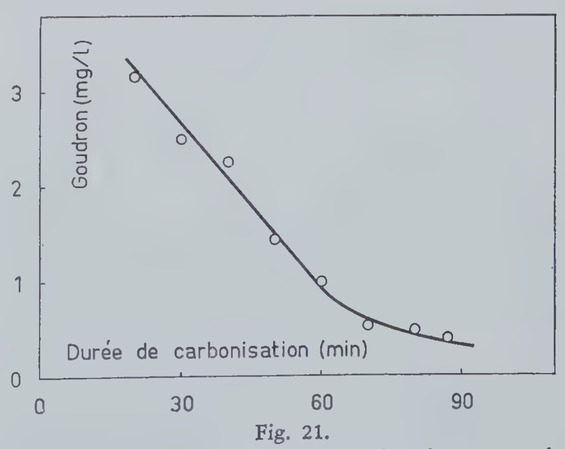


Fig. 21.

Variation des quantités de goudrons circulant dans une conduite située après le condenseur, dans une installation pilote de carbonisation.

Schommeling van de hoeveelheid teer die cirkuleert in een leiding achter de condensor in een proefinstallatie voor carbonisatie.

goudron : teer
durée de carbonisation : duur van de carbonisatie.

L'I.N.M. et l'électricien vis-à-vis des atmosphères explosives

Het N.M.I. en de elektricien tegenover het ontplofbaar midden

R. FRADCOURT,

Ingénieur principal divisionnaire des mines.
Eerstaanwezend divisiemijningenieur

PREFACE

La brochure « l'I.N.M. et le boutefeu » ayant permis d'accroître la sécurité du minage, j'ai estimé qu'une brochure similaire devait être élaborée dans le domaine de la sécurité des appareils et installations électriques vis-à-vis des atmosphères gazeuses explosives. De nombreux accidents graves, explosions et incendies dus à l'électricité, qui se sont produits, ces dernières années, dans certaines industries de surface et dans les mines et qui ont alerté les pouvoirs publics, les industriels et les compagnies d'assurances, m'ont confirmé dans le sentiment que la publication de la présente brochure « l'I.N.M. et l'électricien vis-à-vis des atmosphères explosives » répond à une nécessité.

L'I.N.M. s'occupe depuis plusieurs années, grâce au dynamisme et à la compétence de son regretté collaborateur, feu M. l'Ingénieur principal divisionnaire J. LARET, de l'agréation de tout ce matériel électrique de sécurité, suivant les normes du Comité Electrotechnique Belge, et possède des laboratoires bien équipés.

Mais il manquait un travail de divulgation des moyens qu'il est actuellement possible de mettre en oeuvre pour parer aux risques d'inflammations d'atmosphères gazeuses explosives par l'électricité.

Ce travail, je l'ai confié à M. l'Ingénieur principal divisionnaire R. FRADCOURT qui a su le mener à bonne fin avec diligence et compétence. J'en accueille aujourd'hui le texte avec une vive

BEGELEIDEND WOORD

De brochure « Het N.M.I. en de schietmeester » heeft bijgedragen tot de verhoging van de veiligheid bij het springwerk ; daarom heb ik geoordeeld dat een soortgelijke brochure moest tot stand komen op het gebied van de veiligheid van elektrische toestellen en installaties ten overstaan van ontplofbare gasmengsels. Talrijk zijn de zware ongevallen, ontploffingen en branden, die de laatste jaren zeker bovengrondse fabrieken en mijnen geteisterd hebben en die de openbare machten, de industrielen en de verzekeringsmaatschappijen hebben gealarmeerd ; dit heeft mij gesterkt in mijn overtuiging dat de brochure « Het N.M.I. en de elektricien ten opzichte van het ontplofbaar midden » aan een noodzakelijkheid beantwoordt.

Sinds jaren houdt het N.M.I. zich, dank zij het dynamisme en de onderlegdheid van zijn betreurde medewerker, wijlen de heer Eerstaanwezend Divisiemijningenieur J. LARET, bezig met de aanneming van het gehele elektrische veiligheidsmaterieel volgens de normen van het Belgisch Elektrotechnisch Comité ; het kan dan ook beschikken over goed uitgeruste laboratoriums.

Hetgeen evenwel ontbrak was een op grote schaal verspreide handleiding omtrent de middelen die er op dit ogenblik bestaan om een ontvlamming van ontplofbare gasmengsels door de elektriciteit te voorkomen.

Ik heb deze taak toevertrouwd aan de heer Eerstaanwezend Divisiemijningenieur R. FRADCOURT die zijn opdracht snel en met bevoegdheid heeft uitgevoerd. Ik begroet het resultaat van zijn werk

satisfaction et remercie son auteur en lui rendant hommage pour l'excellente synthèse qu'il a effectuée concernant la construction, le choix, l'utilisation et les recommandations d'entretien du matériel électrique de sécurité.

Je suis persuadé que cet ouvrage rendra de grands services aux ingénieurs et électriciens des industries concernées, en vue d'atteindre à une meilleure sécurité des personnes et des installations.

Pâturages, le 17.4.1968

L'ADMINISTRATEUR-DIRECTEUR

E. DEMELENNE

met grote voldoening ; ik dank de auteur ervoor en breng hem hulde voor het zeer geslaagde overzicht dat hij geeft van de bouw, de keuze, het gebruik en de aanbevelingen inzake onderhoud van het elektrisch veiligheidsmaterieel.

Het is mijn stellige overtuiging dat dit werk zeer nuttig zal zijn voor de ingenieurs en elektriciens van de betrokken bedrijven, in hun streven om de veiligheid van de personen en de installaties te verhogen.

Pâturages, 17 april 1968

DE ADMINISTRATEUR-DIRECTEUR,

E. DEMELENNE.

AVANT-PROPOS

Je dédie le présent ouvrage à la mémoire de mon regretté collègue et ami Jacques LARET.

Le matériel électrique de sécurité vis-à-vis des atmosphères gazeuses explosives est actuellement très complet et couvre une gamme d'emplois variés au sein de laquelle chaque cas particulier peut trouver une solution adéquate.

Pour satisfaire au désir exprimé par mon Directeur M. DEMELENNE, j'ai tenu compte des normes belges du Comité Electrotechnique, de diverses publications de ce Comité, de l'expérience acquise par l'I.N.M. ainsi que de celle découlant de mes visites dans les usines et les charbonnages.

Je me suis surtout tenu à dégager de cet ensemble l'essentiel nécessaire à une bonne compréhension globale du sujet. Il va de soi que l'emploi des normes et des règlements administratifs reste indispensable à la bonne solution de chaque cas particulier. Le domaine du contrôle de l'isolement des réseaux n'a été qu'effleuré ; ce domaine, en effet, est actuellement principalement limité aux travaux souterrains des charbonnages et bien que l'on puisse prévoir une extension pour l'avenir dans des industries de surface, il nécessiterait un développement important pour être traité d'une façon quelque peu détaillée permettant d'en apprécier les modalités d'application.

Si j'ai pu mener à bien le présent ouvrage, je le dois tout d'abord à l'appui total que j'ai reçu de M. E. Demelenne, auquel j'exprime ma gratitude.

Je tiens aussi à remercier vivement mes adjoints : MM. J. MOINY et H. VAN HECKE, Ingénieurs techniciens et J. DUBOIS, Préparateur technicien

VOORWOORD

Ik draag dit werk op aan mijn betreurde collega en vriend Jacques LARET.

Het elektrisch veiligheidsmaterieel voor ontplofbare gasmengsels is thans zeer volledig en bestrijkt een brede gamma van toepassingen waarin voor ieder bijzonder geval de juiste oplossing aanwezig is.

Ingaande op de wens van mijn Directeur dhr DEMELENNE heb ik rekening gehouden met de normen van Belgisch Elektrotechnisch Comité, met de verschillende publikaties van dit Comité, met de ervaring opgedaan in het N.M.I. en met hetgeen ikzelf ondervonden heb tijdens mijn bezoeken aan fabrieken en mijnen.

Ik heb mij als regel gesteld uit dit geheel het bijzonderste naar voor te brengen in verband met een juist begrip omtrent het probleem. Het spreekt vanzelf dat de naleving van de normen en de administratieve reglementen in elk bijzonder geval onontbeerlijk blijft. Over de isolatiecontrole van de netten werd slechts even gesproken ; dit aspect is momenteel hoofdzakelijk beperkt tot de ondergrondse werken van de kolenmijnen en al kan er ook een toekomstige uitbreiding in de bovengrondse fabrieken verwacht worden, toch zou het nog heel wat in omvang moeten toenemen vooraleer men er kan aan denken het op enigzins gedetailleerde wijze te behandelen zodat een oordeel kan gegeven worden over de toepassingsmodaliteiten.

Indien ik dit werk tot een goed einde heb kunnen brengen dank ik dat op de eerste plaats aan de onbeperkte steun van de heer E. Demelenne, die ik hiervoor erkentelijk ben.

Mijn welgemeende dank gaat eveneens naar mijn helpers : de heren J. MOINY en H. VAN HECKE,

de l'I.N.M. qui m'ont prêté leur collaboration dévouée.

Le texte de ce travail a été soumis à un certain nombre de personnes qui ont bien voulu me faire part de leurs remarques, dont il a été tenu compte dans toute la mesure du possible. Je tiens à les en remercier et particulièrement :

- M. J. REMY, Président du Comité Electrotechnique Belge ;
- M. R. CHAPELLE, Ingénieur en chef aux A.C.E.C. ;
- M. G. COOLS, Inspecteur Général, R. STENUIT et P. GERARD, Directeurs divisionnaires au Corps des Mines ;
- M. G. MARCHAL, Chef de la Direction « Energie-électrique », à l'Administration de l'Energie ;
- M. M. MOLLE, Chef du Service Electrique du Fond des Charbonnages de Monceau-Fontaine ;
- M. A. VERLY, Ingénieur en Chef-Directeur à l'Inspection Technique du Travail.

Je ne doute pas que ce travail soit perfectible ; aussi est-ce avec reconnaissance que j'accueillerai les suggestions qui permettraient de l'améliorer davantage.

R. FRADCOURT.

Technische Ingenieurs, en J. DUBOIS, Technisch Preparateur van het N.M.I. op wier medewerking ik steeds heb mogen rekenen.

De tekst werd voorgelegd aan een aantal personen die mij hun opmerkingen hebben meegedeeld ; hiermee werd zoveel mogelijk rekening gehouden. Ik dank hen allen en bijzonder :

- dhr J. REMY, Voorzitter van het Belgisch Elektotechnisch Comité ;
- dhr R. CHAPELLE, Hoofdingenieur bij de A.C.E.C. ;
- dhr G. COOLS, Inspecteur-Generaal, R. STENUIT en P. GERARD, Divisiedirecteurs bij het Mijnwezen ;
- dhr G. MARCHAL, Hoofd der Directie « Energie-Elektriciteit » bij de Administratie van de Energie ;
- dhr M. MOLLE, Hoofd van de Elektrische Dienst Ondergrond bij de Kolenmijnen van Monceau-Fontaine ;
- dhr A. VERLY, Hoofdingenieur-Directeur bij de Technische Arbeidsinspectie.

Ik twijfel er niet aan dat het werk vatbaar is voor verbetering ; alle suggesties die daartoe kunnen strekken worden in dank aanvaard.

R. FRADCOURT

RESUME

Le présent ouvrage synthétise les caractéristiques et les performances des divers types de matériel électrique de sécurité vis-à-vis des atmosphères explosives pouvant exister tant dans certaines industries de surface qu'au fond des mines. Le marquage des appareils et la définition de leur choix en fonction du degré de danger des endroits où ils sont destinés à fonctionner sont également envisagés.

Un chapitre spécial traite des recommandations pour le bon emploi et l'entretien de ce matériel qui comprend, entre autres, les circuits à sécurité intrinsèque, le matériel antidéflagrant et les appareils à sécurité augmentée.

Un dernier chapitre donne des conseils particuliers aux électriciens des mines.

SAMENVATTING

Dit werk geeft een overzicht van de kenmerken en de mogelijkheden van de verschillende typen van elektrisch veiligheidsmaterieel voor die ontplofbare gasmengsels die men kan aantreffen in sommige bovengrondse fabrieken en in de ondergrond der mijnen. Er wordt ook gesproken over het merken van de toestellen en over de bepaling van de keuze ervan in verband met de graad van het gevaar op de plaats waar ze moeten werken.

Er wordt een afzonderlijk hoofdstuk gewijd aan de aanbevelingen inzake aanwending en onderhoud van dit materieel waarin onder meer sprake is van de intrinsiek veilige ketens, het ontploffingsvast materieel en het materieel met versterkte veiligheid.

Een laatste hoofdstuk richt zich bijzonder tot de elektriciens in de mijnen.

Cet ouvrage, basé sur l'expérience de l'I.N.M. et sur les normes du Comité Electrotechnique Belge, s'adresse aux ingénieurs et spécialement au personnel électricien des industries concernées.

Het werk steunt op de ondervinding van het N.M.I. en op de normen van het Belgisch Elektrotechnisch Comité en richt zich tot de ingenieurs en bijzonder tot het personeel van de elektrische diensten van de betrokken bedrijven.

INHALTSANGABE

Die Arbeit gibt einen zusammenfassenden Ueberblick über Eigenschaften und Leistungen verschiedenartiger elektrischer Geräte im Hinblick auf ihre Betriebssicherheit in explosionsgefährlicher Atmosphäre, wie sie in manchen Industriezweigen über Tage und im Untertagebetrieb der Zechen auftreten kann. Dabei werden auch die Kennzeichnung der Geräte und ihre Wahl, abhängig von dem Grad der Gefahr am Betriebspunkt, berücksichtigt.

Ein besonderes Kapitel enthält Empfehlungen für den richtigen Einsatz und die Wartung des Materials, wobei u.a. auf eigensichere Stromkreise, schlagwettergeschütztes Material und Geräte mit höhere Sicherheit eingegangen wird.

Das Schlusskapitel enthält besondere Hinweise und Empfehlungen für Grubenelektriker.

Der Aufsatz, der auf den Erfahrungen des INM und auf den Normen des belgischen Ausschusses für Elektrotechnik (Comité Electrotechnique Belge) beruht, wendet sich vor allem an die Elektrotechniker der Industriezweige, in denen diese Fragen eine besondere Rolle spielen.

SUMMARY

This work synthesizes the characteristics and performances of the various types of electric safety devices for explosive atmospheres that may exist in certain surface industries as well as underground in the mines. Consideration is also given to the marking of the devices and the definition of their choice according to the degree of danger in the places where they have to be used.

A special chapter deals with recommendations for the good use and maintenance of this material which includes, among other things, intrinsic safety circuits, flame-proof material and devices with increased safety.

A final chapter gives particular advice to mining electricians.

This work, based on the experience of the I.N.M. and the standards of the Comité Electrotechnique Belge, is intended for the use of engineers and especially the staff of electricians in the industries concerned.

SOMMAIRE

INHOUD

INTRODUCTION

La présente brochure s'adresse au personnel électricien tant des mines que des industries de surface, au sein desquelles peuvent exister ou se produire fortuitement des atmosphères inflammables constituées par des mélanges d'air et de gaz ou de vapeurs.

Le risque du méthane ou grisou du mineur est bien connu, mais il existe également plus de 100 gaz répertoriés qui peuvent constituer des atmos-

INLEIDING

Deze brochure is bestemd voor het personeel van de elektriciteitsdienst zowel van de mijnen als van de fabrieken waar men regelmatig of toevallig te doen heeft met een ontvlambaar midden, bestaande uit een mengsel van lucht en gassen of dampen.

Het gevaar, eigen aan het methaan of mijngas, is voldoende bekend, maar daarnaast bestaan er 100 en meer gekatalogeerde gassen die de oorzaak

phères explosives dans les industries de surface, telles que les industries chimiques, pharmaceutiques, pétrolières, textiles, métallurgiques, gazières et autres.

Citons, parmi les plus connus de ces gaz : le butane, le propane, le gaz de ville, le gaz de haut-fourneau, l'éthylène, l'éther éthylique, l'hydrogène, l'acétylène, le sulfure de carbone.

De telles atmosphères peuvent s'enflammer au contact d'une étincelle électrique externe ou interne aux appareils tels que moteurs, interrupteurs, etc, ou même seulement au contact de l'enveloppe extérieure d'un appareil électrique qui subirait un échauffement excessif.

Des accidents, incendies ou explosions, ont attiré l'attention au cours de ces dernières années, tant en ce qui concerne les industries de surface que les travaux souterrains des mines, sur le danger des installations électriques vis-à-vis des atmosphères explosives.

La nécessité de considérer davantage ce risque aujourd'hui découle tout naturellement du développement de l'automation dans les industries de surface et de la mécanisation dans les mines.

A cet égard, les constructeurs d'appareils électriques ont mis au point un matériel adapté à chaque cas et conçu pour supprimer le risque, sinon le réduire très fortement. Ce matériel est fabriqué suivant les normes nationales édictées par le Comité Electrotechnique Belge (C.E.B.) qui a, en outre, publié un Code de Bonne Pratique destiné à orienter les utilisateurs dans ce domaine. Nous ne pouvons que recommander vivement à ceux-ci de se référer à ces documents.

L'expérience acquise par l'I.N.M., en tant qu'autorité nationale compétente reconnue par ces normes, dans le domaine de l'agréation du matériel électrique de sécurité pour les mines et dans celui des essais de conformité aux normes du matériel électrique de sécurité destiné aux industries de surface, et les observations faites sur du matériel détérioré ou mal entretenu, ont fait apparaître l'utilité de diffuser des recommandations pratiques générales découlant de cette expérience et ce, à l'intention des industriels et de leur personnel du service électrique.

Il ne s'agit pas ici de rappeler systématiquement quelles sont les règles constructives définies dans les normes du Comité Electrotechnique Belge, ni quelles sont les prescriptions réglementaires concernant l'emploi de l'électricité dans l'industrie.

Les unes et les autres sont supposées connues. Il ne sera fait référence aux premières que dans

kunnen zijn van ontplofbare mengsels in de bovengrondse fabrieken, zoals de scheikundige, de farmaceutische, de petroleum-, de textiel-, de metaal-, de gasnijverheid en andere.

Wij vernoemen de meest gekende gassen : butaan, propaan, stadsgas, hoogovengas, ethyleen, ethyleter, waterstof, acetyleen, zwavelkoolstof.

Soortgelijke mengsels kunnen ontvlammen door contact met een uitwendige of inwendige vonk voortgebracht door toestellen zoals motoren, schakelaars enz, of gewoon door contact met het buitenomhulsel van een elektrisch apparaat dat abnormaal verhit zou zijn.

Zowel in de bovengrondse fabrieken als in de ondergrond der mijnen hebben ongevallen, branden en ontploffingen in de loop der laatste jaren de aandacht opgeëist voor het gevaar dat de elektrische installaties bieden in verband met het ontplofbaar midden.

Dat er vandaag aan dat gevaar meer aandacht moet besteed worden is een natuurlijk gevolg van de groei der automatie in de bovengrondse bedrijven en van de mechanisatie in de mijnen.

De bouwers van elektrische apparatuur hebben daarmee rekening gehouden en een materieel uitgewerkt dat aangepast is aan elk gebruik en zó gemaakt is dat het risico zoniet opgeheven dan toch sterk verminderd wordt. Dit materieel wordt gebouwd volgens de nationale normen van het Belgisch Elektrotechnisch Comité (B.E.C.) dat bovendien een handleiding heeft uitgegeven waarin de gebruikers richtlijnen worden verstrekt op dit gebied. We kunnen de gebruikers niet genoeg aanraden deze documenten te benutten.

Het N.M.I., dat door deze normen erkend wordt als Nationale Bevoegde Autoriteit op het gebied van de aanneming van elektrisch veiligheidsmaterieel voor de mijnen en van de gelijkvormigheidsproeven op elektrisch veiligheidsmaterieel voor bovengrondse nijverheden, heeft ondervonden, mede door de studie van beschadigd of slecht onderhouden materieel, hoe nuttig de verspreiding kan zijn van praktische algemene aanbevelingen die het uit zijn ondervinding put, ten gerieve van de industrielen en het personeel van hun elektrische dienst.

Het is hier niet de bedoeling systematisch al de constructieregels van het Belgisch Elektrotechnisch Comité die in de normen staan in herinnering te brengen, en evenmin de reglementaire voorschriften betreffende het gebruik van de elektriciteit in de nijverheid toe te lichten.

Beiden worden gekend verondersteld. Op de eerste wordt alleen allusie gemaakt in zoverre dat nodig is wegens de aard van het onderwerp en omwille

la mesure où le sujet et la clarté de l'exposé l'imposent, et aux secondes que là où le non respect de certaines prescriptions réglementaires peut compromettre les performances ou la qualité du matériel électrique de sécurité.

Le but de la présente publication est donc de familiariser l'industriel et spécialement son personnel électricien avec la nature, les caractéristiques et les performances des diverses sortes de matériel électrique de sécurité vis-à-vis des atmosphères explosives et ce, en vue de les mettre à même, les uns et les autres, d'effectuer un choix judicieux, de réaliser des installations répondant aux critères de sécurité et de leur permettre de prendre les précautions voulues lors des travaux d'entretien ou de réparation, afin de ne pas compromettre la sécurité.

Rappelons que la sécurité du matériel électrique vis-à-vis des atmosphères explosives repose sur le respect de six conditions, à savoir :

1°) Le choix du type de construction du matériel électrique de sécurité doit être adapté au risque de présence d'une atmosphère explosive à l'endroit où ce matériel est installé ;

2°) Pour un type de construction donné, le degré de sécurité de l'appareil doit être adapté à la nature de l'atmosphère explosive que l'on craint, c'est-à-dire, à la nature du gaz ;

3°) Le marquage convenable de chaque appareil électrique ; ce marquage, effectué par le constructeur, définit la mesure dans laquelle l'appareil en question satisfait aux deux critères précédents et permet à l'utilisateur d'effectuer un choix judicieux de son matériel ;

4°) L'appareil doit être protégé contre les détériorations d'origine mécanique ou électrique ; il ne faut, par exemple, pas qu'il soit endommagé par un choc ni qu'il fonctionne à une puissance supérieure à sa puissance nominale ;

5°) Les caractéristiques de sécurité du matériel doivent être maintenues au cours de l'utilisation et, en particulier, après les travaux d'entretien et de réparation ;

6°) Il appartient au constructeur d'adapter la fabrication de son matériel aux nouvelles normes, lorsqu'elles paraissent ; il est souhaitable également que le matériel fabriqué subisse périodiquement des examens de contrôle en vue de s'assurer qu'il satisfait toujours parfaitement aux critères de la normalisation.

van de verstaanbaarheid, op de tweede alleen in die gevallen waarin het niet naleven van sommige reglementaire voorschriften een gevaar kan betekenen voor de bruikbaarheid of de kwaliteit van het elektrisch veiligheidsmaterieel.

Het doel van deze publikatie is bijgevolg de industrieel en vooral het personeel van zijn elektrische dienst vertrouwd te maken met de aard, de kenmerken en de mogelijkheden van de verschillende soorten van elektrisch veiligheidsmaterieel voor ontplofbare middens zodat ze beide in staat zijn juist te kiezen, installaties te bouwen die beantwoorden aan de eisen van de veiligheid en de gewenste voorzorgen te nemen opdat de veiligheid niet zou in het gedrang komen tijdens onderhouds- of herstellingswerken.

Er weze aan herinnerd dat de veiligheid van elektrisch materieel in ontplofbaar midden berust op het naleven van zes voorwaarden :

1°) Het bouwtype van het elektrisch veiligheidsmaterieel moet gekozen worden rekening houdend met het risico dat er een ontvlambare atmosfeer heerst op de plaats waar dit materieel wordt geïnstalleerd ;

2°) Voor een gegeven bouwtype moet de veiligheidsgraad aangepast zijn aan de aard van de ontplofbare atmosfeer, met andere woorden, aan de aard van het betreffende gas ;

3°) Elk elektrisch toestel moet behoorlijk gemerkt worden ; dit merkteken, aangebracht door de bouwer, bepaalt in welke mate het toestel in kwestie voldoet aan de twee voornoemde criteriums en maakt het de gebruiker mogelijk zijn materieel oordeelkunig te kiezen ;

4°) Het toestel moet beschermd worden tegen beschadigingen van mechanische en elektrische aard ; men moet bij voorbeeld vermijden dat het schade oploopt door een schok of dat het werkt op een hoger dan zijn nominaal vermogen;

5°) De veiligheidskenmerken van het materieel mogen tijdens het gebruik niet verloren gaan en dat geldt voor onderhouds- en herstellingswerk ;

6°) De bouwer staat er voor in dat zijn materieel wordt aangepast aan de nieuwe normen wanneer zij verschijnen ; het is eveneens wenselijk dat het vervaardigd materieel periodische controlebeurten ondergaat waardoor men de zekerheid verkrijgt dat het op elk ogenblik volkomen aan de criteriums voor normalisatie voldoet.

CHAPITRE I.

TYPES DE MATERIEL ELECTRIQUE DE SECURITE VIS-A-VIS DES ATMOSPHERES EXPLOSIVES.

HOOFDSTUK I.

TYPEN VAN ELEKTRISCH VEILIGHEIDSMATERIEEL VOOR HET ONTPLOFBAAR MIDDEN.

Section I. Classification des endroits dangereux.

La note technique T 002 du Comité Electrotechnique Belge a défini quatre classes différentes de zones de danger :

Classe 0 : il s'agit d'endroits où le risque de présence d'une atmosphère explosive est quasi permanent : par exemple, l'atmosphère intérieure d'un réservoir fermé destiné à contenir une atmosphère explosive.

Classe 1 : endroits dans lesquels une atmosphère explosive peut apparaître, à n'importe quel moment, pendant le fonctionnement normal de l'installation de l'usine ou de la mine.

Classe 2 : endroits dans lesquels une atmosphère explosive n'est à craindre qu'en cas de fonctionnement anormal de l'installation.

Classe 3 : endroits dans lesquels le risque de présence d'une atmosphère explosive est négligeable.

Section 2. Types de matériel correspondant aux classes précédentes.

1°) *Les appareils et circuits à sécurité intrinsèque de première catégorie.*

Ce matériel convient seul pour les endroits de classe 0. Sa construction est régie par la norme NBN 683 de 1966.

La conception et les caractéristiques électriques et mécaniques de ce matériel sont telles qu'il n'est pas susceptible, même en cas de défaut, d'enflammer l'atmosphère gazeuse explosive pour laquelle il est prévu.

2°) *Appareils et circuits à sécurité intrinsèque de deuxième catégorie.*

Ce matériel convient pour la classe 1 d'endroits dangereux. Sa construction est également régie par la norme NBN 683 de 1966.

Les appareils et circuits associés sont de grande sécurité, mais leur fiabilité est moindre que dans le cas précédent et il subsiste un risque de production de défaut pouvant entraîner l'inflammation du mélange gazeux pour lequel ils sont conçus.

Afdeling 1. Indeling van de gevaarlijke plaatsen.

De technische nota T 002 van het Belgisch Elektrotechnisch Comité heeft de gevarenzones ingedeeld in vier verschillende klassen :

Klasse 0 : op deze plaatsen is een ontplofbare atmosfeer haast altijd te duchten ; voorbeeld : het binnenste van een gesloten vat bestemd om een ontplofbare atmosfeer te bergen.

Klasse 1 : plaatsen waar een ontplofbare atmosfeer kan ontstaan ; op eender welk ogenblik, tijdens de normale werking der installaties van een fabriek of een mijn.

Klasse 2 : plaatsen waar een ontplofbare atmosfeer enkel kan ontstaan bij een abnormale werking van de installatie.

Klasse 3 : plaatsen waar het gevaar voor een ontplofbare atmosfeer bijna onbestaande is.

Afdeling 2. Typen van materieel overeenkomend met voornoemde klassen.

1°) *Intrinsiek veilige toestellen en ketens van de eerste kategorie.*

Alleen dit materieel is geschikt voor de plaatsen van klasse 0. Het wordt gebouwd overeenkomstig de normen NBN 683 van 1966.

De bouw en de elektrische en mechanische kenmerken van dit materieel zijn zodanig dat het zelfs in geval van defect de ontplofbare gashoudende atmosfeer waarvoor het gemaakt is niet kan doen ontvlammen.

2°) *Intrinsiek veilige toestellen en ketens van de tweede kategorie.*

Dit materieel is geschikt voor de gevaarlijkste plaatsen van klasse 1. Het wordt eveneens gebouwd volgens de norm NBN 683 van 1966.

Deze toestellen en ketens vertonen een hoge veiligheid maar ze zijn minder betrouwbaar dan de voorgaande en er blijft steeds een zeker gevaar bestaan voor een defect waardoor het gasmengsel waarvoor ze gebouwd zijn kan ontvlammen.

3°) *Le matériel de sécurité par enveloppe antidéflagrante.*

Ce matériel convient aussi pour la classe 1. Sa construction est régie par la norme NBN 286 de 1965.

L'appareillage électrique proprement dit n'est pas de sécurité, mais il est contenu dans des enveloppes métalliques dites antidéflagrantes, qui assurent seules la protection contre le risque d'inflammation d'une atmosphère dangereuse.

3°) *Veiligheidsmaterieel met ontploffingsvast omhulsel.*

Dit materieel is eveneens geschikt voor de klasse 1. Het wordt gebouwd volgens de norm NBN 286 van 1965.

De eigenlijke elektrische apparatuur is niet veilig, maar zit in een metalen zogenaamd ontploffingsvast omhulsel, dat de enige bescherming uitmaakt voor ontvlamming van een gevaarlijke atmosfeer.

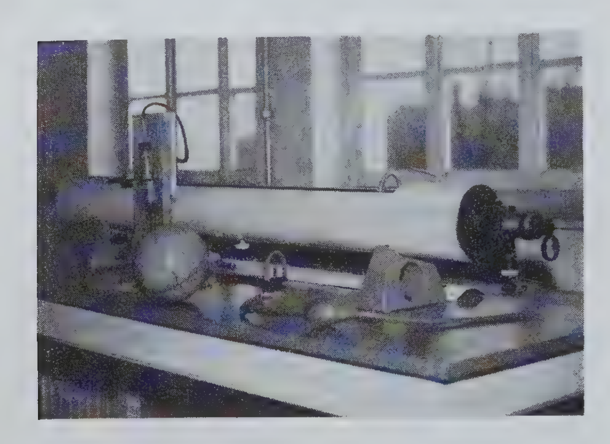


Fig. 1.
Analyseur de gaz.
Gasanalyseapparaat.

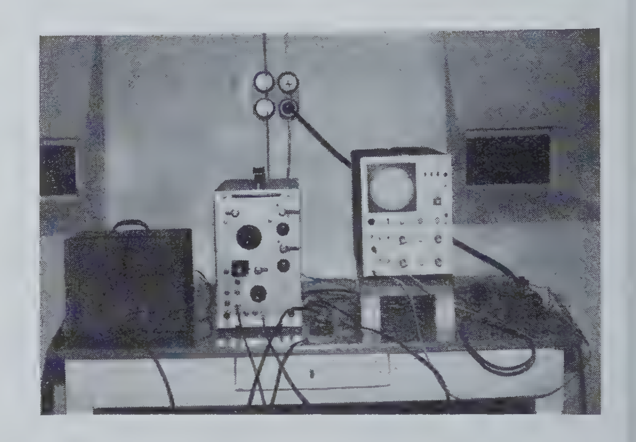


Fig. 2.
Appareillage de mesure des pressions d'explosion.
Apparatuur voor het meten van de ontploffingsdruk.

4°) *Matériel de sécurité par surpression interne.*

Ce matériel convient également pour la classe 1. Sa construction est régie par la norme NBN 716 de 1966.

Le mode de protection consiste à empêcher l'atmosphère inflammable de pénétrer dans l'enveloppe contenant le matériel électrique sous tension, en mettant l'intérieur de cette enveloppe en légère surpression au moyen d'un gaz ininflammable.

5°) *Matériel de sécurité par isolant pulvérulent.*

Ce matériel convient encore pour la classe 1. (La norme est à l'étude).

La sécurité est assurée par un remplissage interne au moyen d'une substance appropriée qui entoure, de toutes parts, le matériel électrique et empêche qu'un arc, jaillissant entre les pièces sous tension, ne puisse sortir de l'appareil et enflammer une atmosphère explosive extérieure.

Tel est le cas, par exemple, de transformateurs au quartz.

4°) *Veiligheidsmaterieel met inwendige overdruk.*

Ook dit materieel is geschikt voor klasse 1. Het wordt gebouwd volgens de norm NBN 716 van 1966.

De veiligheid bestaat hierin dat men belet dat de ontvlambare atmosfeer eer zou binnendringen in het omhulsel waarin het elektrisch materieel onder spanning zit, en wel door het binnenste van dit omhulsel met behulp van een onontvlambaar gas een lichte overdruk te geven.

5°) *Veiligheidsmaterieel met poedervormige isoleerstof.*

Di tmaterieel is nogmaal geschikt voor klasse 1. (De norm wordt bestudeerd).

De veiligheid bestaat hierin dat het binnenste wordt opgevuld met behulp van een aangepaste stof die het elektrisch materieel langs alle kanten omgeeft en belet dat een boog die tussen onderdelen onder spanning zou ontstaan buiten het toestel zou treden en een uitwendige ontplofbare atmosfeer zou doen ontvlammen.

Dat is bij voorbeeld het geval bij de kwartstransformatoren.

6°) *Matériel à sécurité augmentée, encore appelé de sécurité « e».*

Ce matériel convient pour la classe 2 et sa construction est régie par la norme 717. Il est nettement plus léger que le matériel antidéflagrant. La sécurité ne repose plus ici sur l'enveloppe, mais bien sur une réalisation particulièrement soignée de l'appareillage électrique interne.

7°) *Matériel de sécurité par immersion dans l'huile.*

Ce matériel convient pour la classe 2 (norme en projet).

Les appareils sont conçus de façon que les vapeurs ou les gaz explosibles qui se trouveraient audessus du niveau de l'huile, ainsi qu'à l'extérieur de l'enveloppe, ne puissent être enflammés.

8°) *Matériel de sécurité spéciale.*

Il s'agit de types de sécurité autres que ceux repris précédemment, par exemple certains appareils à remplissage au moyen d'une masse isolante, tels que des ballasts, ou mettant en oeuvre des dispositifs spéciaux.

Remarque. Il va de soi que tout matériel conçu pour une classe d'endroits dangereux déterminée convient également pour les classes moins dangereuses ; par contre, l'inverse n'est jamais vrai.

6°) *Materieel met versterkte veiligheid, ook genoemd veiligheidsmaterieel « e ».*

Dit materieel is geschikt voor de klasse 2 en het wordt gebouwd volgens de norm 717. Het is heel wat lichter dan het ontploffingsvast materieel. De veiligheid berust niet meer op het omhulsel maar op een verzorgde uitvoering van de inwendige elektrische apparatuur.

7°) *Veiligheidsmaterieel met onderdompeling in olie.*

Dit materieel is geschikt voor de klasse 2 (de norm is in het ontwerpstadium).

Deze toestellen zijn zo gebouwd dat ontplofbare dampen of gassen die boven de olie drijven alsook in het inwendige van het omhulsel, niet kunnen ontvlammen.

8°) *Bijzonder veiligheidsmaterieel.*

Hierbij horen alle typen van veiligheidsmaterieel dat verschilt van de voorgaande zoals sommige toestellen die gevuld zijn met een isolerende massa zoals ballast, of waarin speciale systemen worden toegepast.

Opmerking. — Het spreekt vanzelf dat een toestel dat gebouwd werd voor een bepaalde gevarenklasse eveneens geschikt is voor de minder gevaarlijke klassen ; het omgekeerde is in geen geval waar.

CHAPITRE II.

DEGRES DE SECURITE DE CHAQUE TYPE DE MATERIEL.

HOOFDSTUK II.

VEILIGHEIDSGRADEN VOOR ELK TYPE VAN MATERIEEL

Nous envisagerons ici les divers degrés de sécurité qu'un appareil, d'un type donné, présente selon la nature du gaz constituant l'atmosphère explosive pour laquelle il est conçu.

Tous les mélanges gazeux inflammables n'ont, en effet, pas les mêmes caractères ; les températures et les pressions d'explosion sont très différentes d'un gaz à l'autre et, de ce fait, les caractéristiques constructives et les tolérances, en particulier celles des joints et des interstices, seront variables, pour un même type de matériel, suivant le gaz ou le groupe de gaz ou de vapeurs pour lequel il a été conçu.

Ces gaz et ces vapeurs se caractérisent, au point de vue des risques d'explosion lorsqu'ils sont en

Wij handelen hier over de verschillende graden van veiligheid die een toestel van gegeven type biedt naargelang van de aard van het gas dat de ontplofbare atmosfeer, waarvoor het toestel gebouwd werd, vormt.

Alle ontvlambare gasmengsels hebben immers niet dezelfde kenmerken ; de ontploffingstemperatuuren druk verschillen sterk van het ene gas tot het andere, en diensvolgens zijn ook de constructiekenmerken en toleranties, inzonderheid inzake dichtingen, voor eenzelfde type van materieel veranderlijk naargelang van het gas of de groepen van gassen of dampen waarvoor het gebouwd is.

De kenmerken van deze gassen en dampen uit oogpunt ontploffingsgevaar van hun mengsels met



Fig. 3.
Cuves d'essai.
Proefvat.

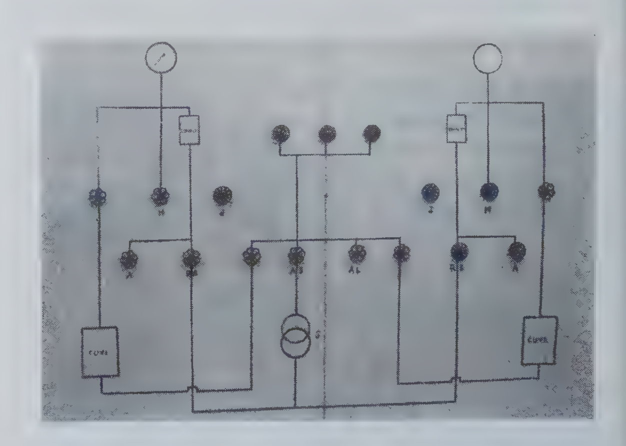
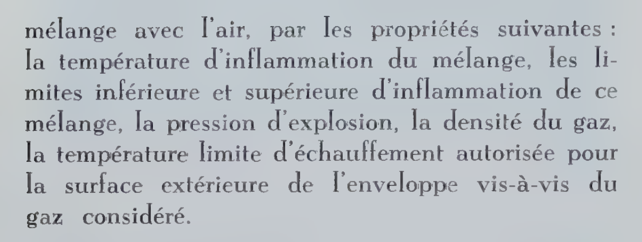


Fig. 4.
Tableau de commande des cuves d'essai.
Bedieningsbord van de proefvaten.



mélange avec l'air, par les propriétés suivantes : la température d'inflammation du mélange, les limites inférieure et supérieure d'inflammation de ce mélange, la pression d'explosion, la densité du gaz, la température limite d'échauffement autorisée pour la surface extérieure de l'enveloppe vis-à-vis du gaz considéré.

Cette dernière propriété sera précisée plus loin. Au point de vue de la densité, retenons que les gaz plus lourds que l'air auront tendance à former des nappes au niveau du sol, tandis que les gaz

de lucht zijn de volgende : de ontvlammingstemperatuur van het mengsel, de onderste en bovenste ontvlammingsgrens van het mengsel, de ontploffingsdruk, de dichtheid van het gas, de hoogtse toelaatbare verwarmingstemperatuur voor de buitenmantel ten opzichte van het gas in kwestie.

Deze laatste eigenschap wordt verder verduidelijkt. Wat de dichtheid aangaat onthouden wij dat gassen die zwaarder zijn dan lucht een neiging hebben om slierten te vormen tegen de grond, terwijl gassen die lichter zijn dan lucht een neiging hebben

TABLEAU 1.

		Limite inférieure d'inflammabilité Onderste ontvlammingsgrens	Limite supérieure d'inflammabilité Bovenste ontvlammingsgrens	Pression maximum d'expl. kg/cm² Maximum ontploffingsdruk kg/cm²	Température d'inflammation en ° C Ontvlammingstemperatuur in ° C	Densité par rapport à l'air Dichtheid ten opzichte van de lucht
Méthane - *Methaan*	CH_4	5,00	15,00	7,17	537 °	0,554
Propane - *Propaan*	C_3H_8	2,12	9,35	8,58	466 °	1,554
Butane - *Butaan*	C_4H_{10}	1,86	8,41	8,58	408 °	2,085
Gaz ammoniac *Ammoniakgas*	NH_3	15,50	27,00	4,85 à 5,47	651 °	0,596
Oxyde de carbone *Koolmonoxide*	CO	12,50	74,20	7,3	609 °	0,957
Gaz de ville à l'I.N.M. *Stadsgas*	52 % H_2	10,8	36,3	7,94	—	—
Hydrogène *Waterstof*	H_2	4,00	74,20	7,39	572 °	0,0695
Acétylène *Acetyleen*	C_2H_2	2,50	80,00	10,5	305 °	0,907
Sulfure de carbone gazeux *Zwavelkoolstof in gasvorm*	CS_2	1,25	50,00	7,8	120 °	3,4



Fig. 5.

plus légers que l'air auront tendance à s'élever dans la partie supérieure des locaux.

La liste des vapeurs et des gaz repris dans les documents NBN 286, NBN 683 et NBN 717 est donnée par ordre alphabétique à l'annexe I.

Le tableau 1 donne, pour quelques-uns d'entre eux, les propriétés d'inflammation et les densités.

om in de bovenste gedeelten van de lokalen te drijven.

De lijst van de dampen en gassen die voorkomen in de normen NBN 286, NBN 683 en NBN 717 wordt in alfabetische orde gegeven in bijvoegsel I.

Tabel I geeft voor enkele hiervan de ontvlammingskenmerken en de dichtheid.



Fig. 6.
Circuit imprimé.
Gedrukte keten.

Section I. Matériel à sécurité intrinsèque.

Selon le choix du matériel utilisé et les dispositions prises pour prévenir les étincelles, le circuit ou l'appareil à sécurité intrinsèque est classé en 1ère ou en 2me catégorie lors de son agréation.

A. Matériel à sécurité intrinsèque de 1ère catégorie (S I 1).

Ce matériel comprend des appareils, ou simplement des circuits, conçus avec des caractéristiques telles que les échauffements pouvant se produire sous l'effet du passage du courant et les étincelles normales ou accidentelles (par rupture ou court-circuit), qui sont susceptibles de se former, quelles que soient les combinaisons raisonnables imaginées, n'atteignent pas une température capable d'enflammer le mélange gazeux pour lequel le matériel est prévu.

En vue de réaliser cet objectif, des dispositions sont prises pour que les courants soient d'une intensité suffisamment faible et appropriée, d'une part, à la nature du gaz considéré et d'autre part, aux

Afdeling. 1. Intrinsiek veilig materieel.

De intrinsiek veilige keten of het intrinsiek veilige toestel wordt tijdens zijn aanneming naargelang van de keuze van het gebruikte materieel en de voorzorgen die genomen worden tegen vonken ingedeeld in de 1ste of de 2e kategorie.

A. Intrinsiek veilig materieel van de 1ste kategorie (S I 1)

Hierdoor verstaat men toestellen of eenvoudige ketens die zo gebouwd zijn dat een verwarming als gevolg van de elektrische stroom en de normale en toevallige vonken (door onderbreking of door kortsluiting) die nog kunnen voorkomen in alle gevallen die redelijkerwijze moeten verondersteld worden, nooit die temperatuur kunnen bereiken waardoor het gasmengsel, overeenkomend met dit toestel, kan ontstoken worden.

Met dat doel wordt het nodige gedaan opdat de stroomsterkten zwak genoeg zouden zijn, en aangepast van de ene kant aan de aard van het gas in kwestie, van de andere kant aan de kenmerken van de stroomketen, die inductief, capacitief of ohms

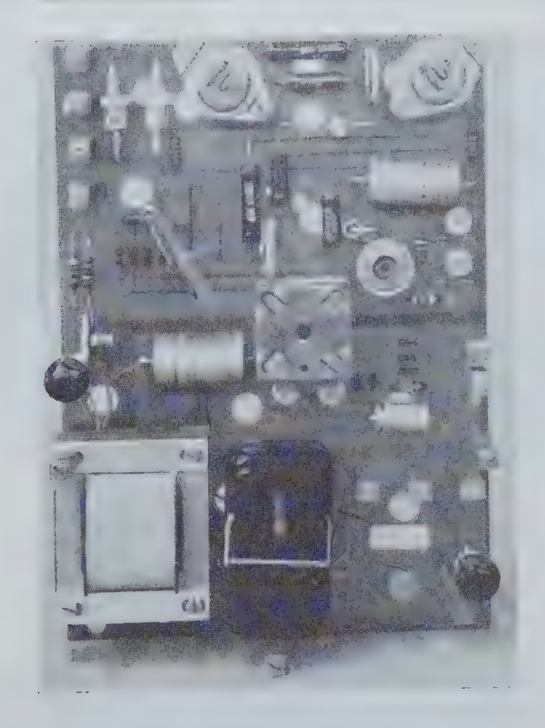


Fig. 7.
Appareil nu.
Onbeklede apparatuur.

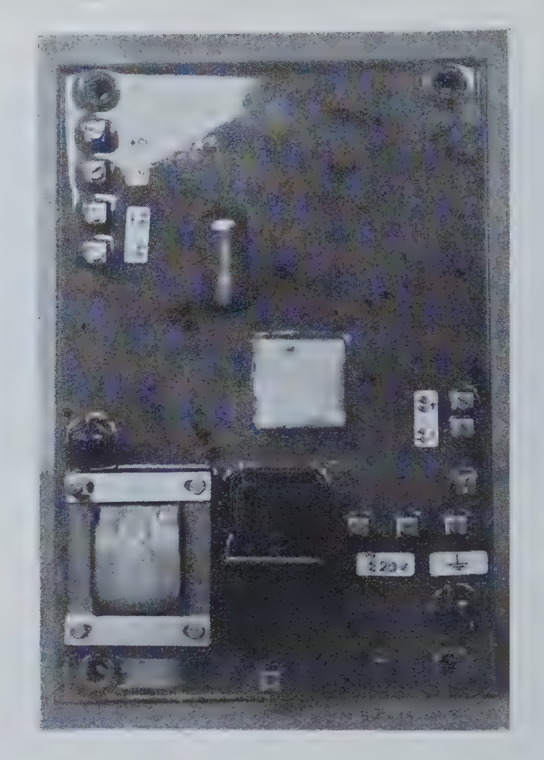
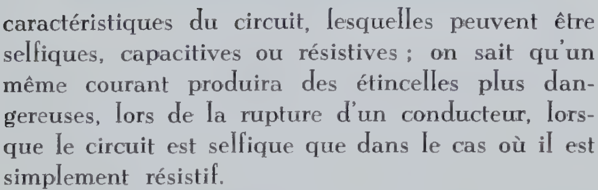


Fig. 8.
Même appareil enrobé.
Beklede apparatuur.



caractéristiques du circuit, lesquelles peuvent être selfiques, capacitives ou résistives ; on sait qu'un même courant produira des étincelles plus dangereuses, lors de la rupture d'un conducteur, lorsque le circuit est selfique que dans le cas où il est simplement résistif.

Nous pouvons considérer, à titre d'approximation, trois types d'appareils ou de circuits à S I $_1$.

a) Appareils autonomes à S I $_1$, y compris leurs circuits extérieurs éventuels.

Citons, à titre d'exemple : certains thermo-couples avec leur appareil indicateur et leur source d'alimentation (celle-ci peut être constituée par une pile ou une batterie au nickel-cadmium, comportant une résistance interne relativement grande qui limite le courant de court-circuit à la valeur de sécurité intrinsèque), certains génèphones à capsule dynamique, des ohmètres à pile, certaines lampes de poche, des téléphones à audition amplifiée, certains appareils émetteurs-récepteurs de radio.

b) Circuits à S I $_1$ alimentés à partir d'un générateur de courant non à S I $_1$.

Dans ce cas, le circuit à S I $_1$ peut seul être utilisé en présence d'une atmosphère explosive et à la condition d'être alimenté par le générateur prévu.

Le circuit à S I $_1$ et son appareil d'alimentation font d'ailleurs l'objet d'une agréation commune. L'appareil d'alimentation possèdera obligatoirement des bornes de sortie à S I $_1$, mais son ensemble

kan zijn : men weet dat de vonken van eenzelfde stroomsterkte bij breuk van de geleider gevaarlijker zijn in een inductieve keten dan in een zuiver ohmse keten.

Benaderend kunnen wij drie typen van toestellen of ketens S I $_1$ onderscheiden :

a) Onafhankelijke toestellen met een veligheid S I $_1$, eventueel met inbegrip van hun uitwendige ketens.

Als voorbeeld : sommige thermokoppels met hun aanduidapparaat en hun voedingsbron (deze kan bestaan uit een reeks of batterij nikkel-cadmiumelementen met een tamelijk grote inwendige weerstand erbij, die de kortsluitstroom beperkt tot de veiligheidswaarde), sommige genefonen met dynamisch kapsel ; batterijohmmeters, sommige zaklampen, telefoons met geluidsversterking, sommige draadloze zender-ontvangers.

b) Ketens S I $_1$ die gevoed worden met behulp van een niet S I $_1$ - stroomgenerator.

In dit geval mag alleen de keten S I $_1$ in het ontplofbaar midden gebruikt worden, en dan nog op voorwaarde dat hij door de bedoelde stroomgenerator wordt gevoed.

De keten S I $_1$ en zijn stroombron maken ten andere maar één aanneming uit. De klemmen van de voedingsbron moeten S I $_1$ zijn maar hetzelfde geldt niet noodzakelijk voor het geheel ; het toestel bezit in dat geval een « veiligheidsslagboom » be-

n'aura pas nécessairement ce caractère ; dans ce cas, l'appareil comporte une « barrière de sécurité », constituée d'un élément de couplage ou de protection placé en amont des bornes de sortie à S I 1.

Cet ensemble sera à S I 1 à la condition que la fiabilité de cette barrière et celle des dispositifs de protection soient suffisantes et que les circuits soient de haute qualité (par exemple, conducteurs de fort diamètre, isolants et séparateurs soignés, circuits imprimés sur des supports stratifiés et à conducteurs aurifiés, ensemble moulé dans une résine hydrofuge solide à la température ordinaire).

Les dispositifs de protection consisteront, par exemple, en enroulements de forte section court-circuités sur eux-mêmes, en appareils dont le débranchement supprime l'alimentation de la partie protégée, en condensateurs ou résistances de qualité judicieusement adaptés ou couplés.

Citons, comme cas d'application, certains téléphones et sonneries de téléphone, ainsi que des sondes et des détecteurs de niveau.

c) Appareils à sécurité intrinsèque de première catégorie alimentés, soit par un autre appareil non de S I 1, soit par le réseau.

Dans ce cas, les mêmes dispositions sont prises qu'en b), c'est-à-dire que la source d'alimentation comporte des barrières de couplage ou des dispositifs de protection. L'ensemble de l'appareil à S I 1 et de son alimentation fait l'objet d'une même agréation.

En cas d'alimentation à partir du réseau, les caractéristiques du transformateur d'alimentation de l'appareil à S I 1 sont fixées lors des essais d'agréation, de même que les dispositifs destinés à éviter l'apparition de surtensions.

Citons, comme exemples, des télégrisoumètres et des transmetteurs de conductivité.

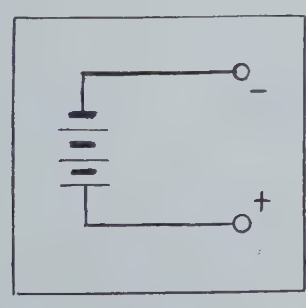


Fig. 9.

La figure 9 montre un circuit autonome comprenant une batterie constituée par trois éléments au nickel-cadmium de 250 milliampères/heure. La tension qui apparaît à circuit ouvert, entre les bornes de sortie, est de 3,6 volts, la résistance interne de la batterie a une valeur telle que le courant

staande uit een aankoppelings- of beschermingselement stroomopwaarts van de uitgangsklemmen S I 1.

Dit geheel is S I 1 op voorwaarde dat deze slagboom en de veiligheidsinrichingen voldoende betrouwbaar zijn en de ketens van goede kwaliteit (bij voorbeeld : geleiders met grote doormeter, verzorgde isolatie- en scheidingsmaterialen, gedrukte ketens op gestratifieerde basis en met vergulde geleiders, het geheel in een waterwerende hars die vast blijft op gewone temperatuur).

De veiligheidsinrichtingen kunnen bij voorbeeld bestaan uit op zichzelf kortgesloten wikkelingen met grote sectie, uit toestellen waarvan het uitvallen de onderbreking van de voeding in het beschermde veld voor gevolg heeft, uit condensatoren of weerstanden die oordeelkundig gekozen en samengevoegd zijn.

Als voorbeelden kunnen we vermelden : sommige telefoons of telefoonbellen, peiltoestellen en niveaudetectoren.

c) Intrinsiek veilige toestellen van de eerste kategorie die hetzij met een niet-S I 1 toestel, hetzij uit het net gevoed worden.

In dat geval worden dezelfde voorzorgen genomen als onder b), dit wil zeggen dat de voedingsbron moet uitgerust zijn met koppelingsslagbomen of veiligheidstoestellen. Het geheel bestaande uit het S I 1-toestel en zijn voedingsbron maakt één aanneming uit.

Wordt het toestel uit het net gevoed, dan worden de kenmerken van de transformator die het S I 1-toestel moet voeden bij de aannemingsproeven bepaald ; hetzelfde geldt voor de toestellen die moeten beletten dat overspanningen optreden.

Als voorbeeld melden wij : telemijngasmeters en conductiviteitstransmissie.

Fig. 9 toont een onafhankelijke keten bestaande uit een batterij met drie nikkel-cadmium elementen van 250 milliampère-uur. Bij open keten bedraagt de spanning tussen klemmen 3,6 volt ; de inwendige weerstand van de batterij is zodanig dat de kortsluitstroom beperkt wordt tot de waarde die intrinsiek veilig is ten opzichte van de atmosfeer in kwestie.

Fig. 10 toont een keten die uit het net gevoed wordt : de voeding op 220/24 Volt gebeurd met behulp van een transformator waarvan een beschermingsslagboom bestaat uit een metalen scherm 1, geplaatst tussen de primaire en de secundaire wikkelingen van de transformator, zodat elk dooreenlopen van de spanningen onmogelijk wordt gemaakt. Het toestel zelf bestaat uit een gelijkrichter 2 waarvan de uitgansklemmen 3 S I 1 zijn, en die onmiddellijk stroomopwaarts van deze klemmen een tweede veiligheidsslagboom heeft, bestaande uit een vaste en oordeelkundig gekozen weerstand 4.

de court-circuit est limité à une valeur de sécurité intrinsèque vis-à-vis de l'atmosphère considérée.

La figure 10 montre un circuit d'alimentation à partir du réseau : cette alimentation est réalisée en 220/24 volts par un transformateur dont une barrière de protection est constituée par un écran métallique 1 placé entre les enroulements primaire et secondaire du transformateur, de façon à éviter tout mélange des tensions. L'appareil lui-même est constitué par un ensemble redresseur 2 dont les bornes de sortie 3 sont à S I 1 et il existe, immédiatement en amont de ces bornes, une seconde barrière de protection réalisée par une résistance 4 fixe et de valeur appropriée.

En conclusion, seul le circuit (ou l'appareil) 5 à S I 1 peut être utilisé en permanence en présence de l'atmosphère dangereuse (fig. 10). Quant à l'appareil d'alimentation, s'il n'est pas entièrement à S I 1, il doit être placé en dehors de cette atmosphère et éventuellement dans un coffret antidéflagrant ou une enveloppe de sécurité appropriée à la classe de danger de l'endroit où il est installé.

B. Matériel à sécurité intrinsèque de deuxième catégorie.

Les appareils et circuits comprennent des conducteurs dont la rupture ou le court-circuit n'est pas improbable, ou encore des dispositifs de protection dont la fiabilité n'est pas assurée. Il subsiste donc, en cas de défaut, quelques possibilités de production d'étincelles capables d'allumer le gaz pour lequel ces appareils ou circuits sont prévus.

Cette catégorie comprend certains dispositifs de télécommande et de télésignalisation, ainsi que la plupart des circuits à sécurité intrinsèque alimentés en énergie par un réseau de puissance, mais protégés par des éléments non fiables, tels que certains semi-conducteurs.

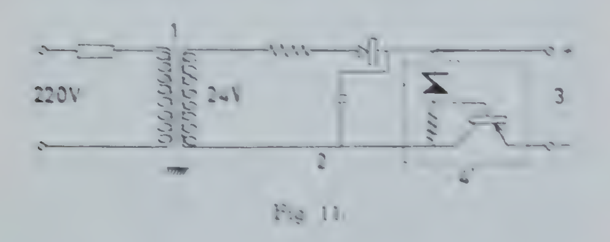


Fig. 11.

La figure 11 représente pratiquement le même circuit que celui de la figure 10, toujours alimenté à partir du réseau, mais où la résistance 4 est remplacée par un dispositif 4' comportant des semi-conducteurs qui stabilisent le courant de sortie. Lorsque cet ensemble est en bon état, ses caractéristiques valent celles d'un appareil à S I 1, mais du fait que les semi-conducteurs ne sont pas suffisamment fiables, l'appareil ne peut être accepté qu'en

Tenslotte kan enkel de keten (of het toestel) 5 dat S I 1 is voortdurend in een gevaarlijk midden gebruikt worden (fig. 10). Wanneer het voedingsapparaat niet geheel S I 1 is, moet het buiten deze atmosfeer blijven of eventueel worden ondergebracht in een ontlpoffingsvast omhulsel of een veiligheidsomhulsel dat aangepast is aan de gevaren heersend in het midden waarin het apparaat zich bevindt.

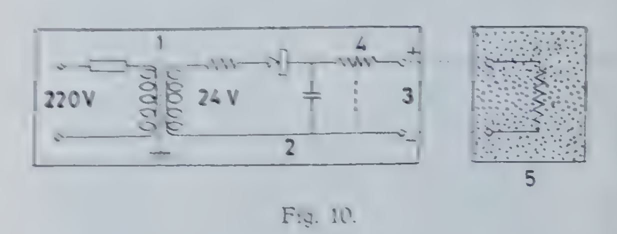


Fig. 10.

B. *Intrinsiek veilig materieel van de tweede kategorie.*

De toestellen en ketens bevatten geleiders waarin breuk of kortsluiting niet onwaarschijnlijk is, of beschermingstoestellen die niet volkomen betrouwbaar zijn. In dat geval van defect bestaat er dus een bepaalde mogelijkheid dat vonken zullen ontstaan die in staat zijn het gas, waarvoor deze toestellen en ketens gebouwd zijn, te ontsteken.

In deze kategorie vindt men sommige toestellen voor telebediening en telesignalisatie, en de meeste intrinsiek veilige toestellen die gevoed worden uit een sterkstroomnet maar door niet betrouwbare elementen, zoals bepaalde halfgeleiders, beschermd worden.

Fig. 11 geeft praktisch dezelfde keten weer als fig. 10, met voeding uit hetzelfde net, doch waarin de weerstand 4 vervangen is door een apparaat 4' met half-geleiders die de uitgaande stroom stabiliseren. Zolang dit toestel in goede staat is heeft het dezelfde karakteristieken als een S I 1-toestel, maar omdat de half-geleiders niet voldoende betrouwbaar zijn wordt het toestel alleen tot de tweede kategorie toegelaten ; wanneer immers de transistor kortgesloten geraakt kan de spanning aan de uitgangsklemmen toenemen met het gevaar voor ontvlamming van een gevaarlijk midden.

C. *Proeven op en voorbeelden van ketens van de eerste en de tweede kategorie.*

Het N.M.I. voert de proeven uit op de ketens waarvan aangenomen wordt dat ze gevaarlijk kunnen zijn. Bij deze proeven wordt rekening gehouden met de gebruikelijke bedrijfsvoorwaarden : ze worden uitgevoerd in aanwezigheid van het gas waarvoor het toestel of de keten ontworpen is ; onder

deuxième catégorie ; en effet, si le transistor se court-circuite, un courant plus élevé peut apparaître aux bornes de sortie, avec risque d'inflammation de l'atmosphère dangereuse.

C. Essais et exemples de circuits de première et deuxième catégories.

L'I.N.M. effectue les essais sur les circuits estimés comme pouvant être dangereux. Ces essais sont réalisés en tenant compte des conditions normales d'utilisation, en présence du gaz pour lequel l'appareil ou le circuit est prévu ; ils comportent notamment la production artificielle, dans les circuits soumis à examen, de défauts dont la probabilité est à retenir en service normal.

Les circuits à essayer sont raccordés à un appareil appelé « éclateur » (fig. 12) qui comporte un dispositif de coupure intermittente du courant placé dans une cuve remplie du mélange explosible considéré. Le circuit testé est à sécurité intrinsèque si aucune inflammation ne se produit dans le mélange prévu, à la suite d'un nombre d'essais élevé.

Exemples

Afin de mieux faire comprendre comment les caractéristiques électriques de l'appareil ou du circuit considéré conditionnent sa qualité de sécurité intrinsèque, nous donnons ci-après quelques exemples types :

1°) Un circuit comporte une bobine 1 alimentée par une source autonome de courant continu 2 (fig. 13) : le coefficient de self-induction de cette bobine est de 27 millihenrys. L'éclateur 3, placé en service dans le circuit, laisse passer un courant de 0,065 ampère lu à l'ampèremètre et les ruptures se produisent dans un mélange d'air et de 20 % de gaz de ville ; 200 ruptures sont effectuées au moyen de l'éclateur sans obtenir d'inflammation ; nous avons à faire à un circuit à sécurité intrinsèque de première catégorie.

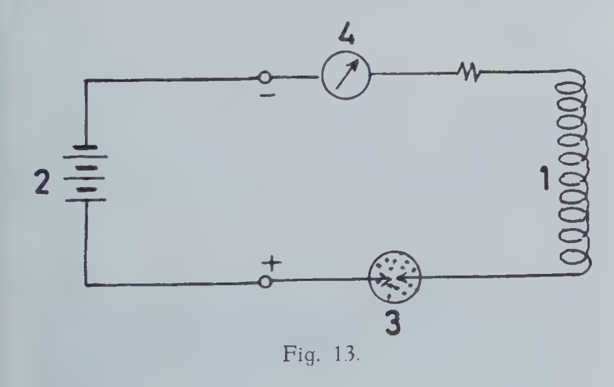


Fig. 13.

2°) Le circuit 1° est équipé d'un noyau de ferrite 5 introduit dans la bobine et le coefficient de self-induction de celle-ci s'élève, de ce fait, à 120 millihenrys, cependant que le courant dans le cir-

meer worden op kunstmatige wijze in de te onderzoeken ketens defecten veroorzaakt waaraan men zich tijdens het normale bedrijf mag verwachten.


Fig. 12.

De te beproeven ketens worden aangesloten aan een toestel dat « vonker » genoemd wordt (fig. 12) ; het bevat een apparaat waarmee de stroom periodisch kan onderbroken worden, ingebouwd in een vat dat met het gas in kwestie gevuld wordt. De beproefde keten is intrinsiek veilig wanneer er geen enkele ontvlamming van het mengsel optreedt na een groot aantal proeven.

Voorbeelden :

Om beter aan te tonen hoe de elektrische kenmerken van het toestel of de keten het intrinsiek veilig karakter beïnvloeden laten wij hier enkele typische voorbeelden volgen :

1°) Een keten bevat een spoel 1 gevoed door een onfhankelijke gelijkstroombron 2 (fig. 13) : de zelfinductiecoëfficiënt van deze spoel bedraagt 27 millihenry. De vonker 3, die in de keten ingeschakeld wordt, laat volgens de ampèremeter een stroom door van 0,065 Ampère ; de onderbrekingen gebeuren in een mengsel van lucht en 20 % stadsgas ; de vonker heeft 200 onderbrekingen veroorzaakt zonder ontvlamming ; we hebben te doen met een intrinsiek veilige keten van de eerste kategorie.

2°) De keten 1° wordt aangevuld met een ferrietkern 5 die in de spoel gestoken wordt ; daardoor stijgt de zelfinductiecoëfficiënt van deze spoel tot

cuit testé reste le même. L'inflammation est obtenue à la première rupture de l'éclateur (fig. 14) ; en vue de ramener le courant de ce nouveau circuit à une valeur de sécurité intrinsèque, on introduit dans la bobine un second enroulement 6 court-circuité sur lui-même (fig. 15). Dans ces conditions, aucune inflammation n'est plus obtenue après 200 ruptures. Le nouveau circuit est ainsi à sécurité intrinsèque de première catégorie.

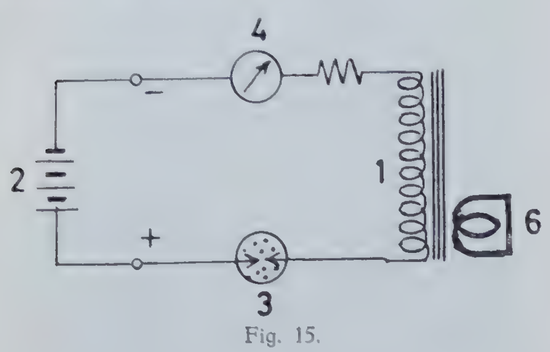


Fig. 15.

3°) Le circuit 1° comporte, outre le noyau de ferrite introduit dans la bobine comme en 2°, une varistance 7 (résistance VDR) branchée aux bornes de la bobine (fig. 16) et montée de telle façon que son débranchement supprime l'alimentation de la self. Aucune inflammation n'est obtenue après 200 ruptures. Ce circuit peut être classé dans les circuits à sécurité intrinsèque de première catégorie.

4°) Dans le circuit du 2°, la varistance est remplacée par une diode 8 montée dans le sens de conduction convenable (fig. 17). Aucune inflammation n'est obtenue après 200 ruptures. Le circuit est à classer en deuxième catégorie, à cause du peu de fiabilité accordée aux éléments semi-conducteurs.

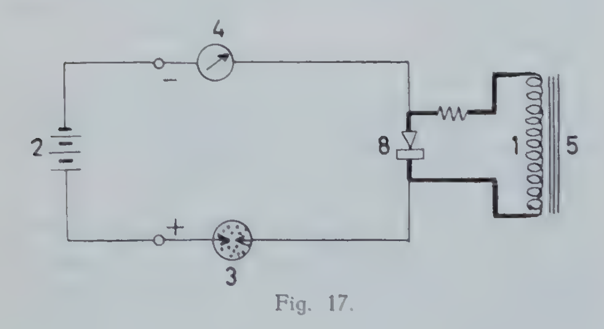


Fig. 17.

D. Classification des gaz et des vapeurs au point de vue du matériel à sécurité intrinsèque de 1ère et 2me catégories.

La norme NBN 683 répartit les gaz et vapeurs en six classes présentant des risques différents, respectivement : la classe 1 qui est celle du grisou ou méthane et les classes 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e et

120 millihenry, alhoewel de stroom in de keten dezelfde blijft. Bij de eerste onderbreking in de vonker treedt ontvlamming op (fig. 14) ; om de

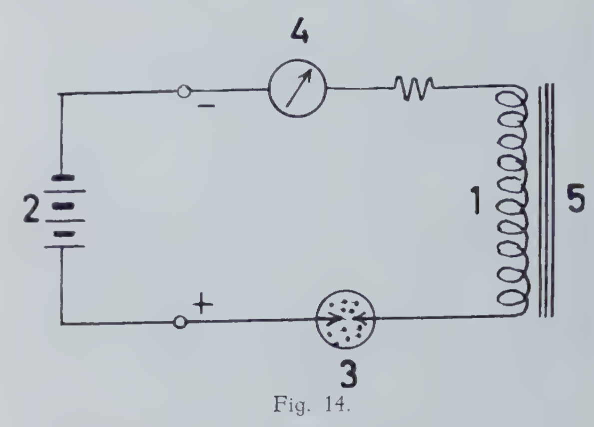


Fig. 14.

stroom van deze nieuwe keten terug te brengen tot een intrinsiek veilige waarde steekt men in de spoel een tweede op zichzelf kortgesloten wikkeling 6 (fig. 15). Men krijgt nu na 200 onderbrekingen geen enkele ontvlamming meer. De nieuwe keten is weer intrinsiek veilig van de eerste kategorie.

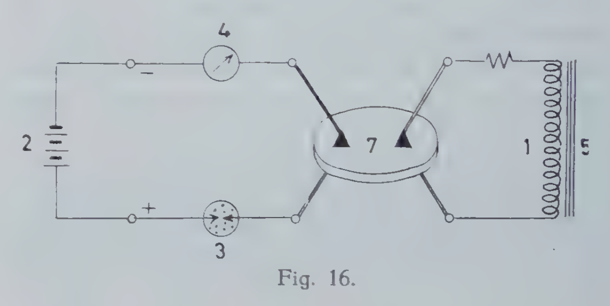


Fig. 16.

3°) De keten 1° krijgt behalve de ferrietkern in de spoel zoals onder 2°, een varistantie 7 (weerstand VDR) aan de klemmen van de spoel (fig. 16) die zo aangekoppeld is dat het uitschakelen ervan de voeding van de zelfinductie onderbreekt. Bij 200 onderbrekingen werd geen enkele ontvlamming vastgesteld. Deze keten kan gerangschikt worden bij de intrinsiek veilige ketens van de eerste kategorie.

4°) In de keten 2° wortd de varistantie vervangen door een diode 8 die zo gemonteerd wordt dat ze de stroom geleidt. (fig. 17). Bij 200 onderbrekingen wordt geen enkele ontvlamming vastgesteld. Omdat men weinig vertrouwen heeft in de elementen met half-geleiders wordt de keten ingedeeld in de tweede kategorie.

D. *Indeling van de gassen en dampen in verband met het intrinsiek veilig materieel van de eerste en de tweede kategorie.*

Door de norm NBN 683 worden de gassen en dampen ingedeeld in zes klassen met verschillende

2 f qui contiennent les autres gaz ou vapeurs, la classe 2 f étant celle des mélanges explosibles les plus dangereux.

Cette classification des gaz résulte des différences qui existent entre les énergies nécessaires pour l'inflammation des mélanges gazeux par les étincelles électriques. Les agréations de matériel, ou les certificats de conformité à la norme, sont donnés, pour un appareil déterminé, en fonction d'une classe bien définie.

Pour la classe 2 f, qui renferme l'acétylène et le sulfure de carbone, la validité du certificat de conformité ou d'agréation est limitée à l'un ou l'autre de ces gaz, suivant la mention portée au certificat.

Les certificats d'agréation ou de conformité à la norme, délivrés pour une classe déterminée, sont valables pour les gaz ou vapeurs des classes moins dangereuses.

Section 2. Matériel de sécurité par enveloppe antidéflagrante.

A. *Caractéristiques de l'enveloppe.*

L'appareil électrique, qu'il s'agisse d'un appareil produisant des étincelles en service normal, tel qu'un relai, un interrupteur, un disjoncteur, ou bien n'en produisant pas tel qu'un simple raccordement, est contenu dans une enveloppe dite antidéflagrante.

Cette enveloppe est de construction très robuste (fig. 18 montrant un couvercle renforcé) et par conséquent, assez lourde ; elle convient bien, notamment, pour les conditions d'emploi sévères qui règnent en certains endroits des mines.

Tous les types d'appareils sont susceptibles d'être enfermés dans une telle enveloppe, comme le montrent les figures 19 (moteur), 20 (téléphone), 21 (transformateur), 22 (disjoncteur), 23 (armature



risico's, namelijk : klasse 1 met mijngas of methaan, en de klassen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e en 2f die de andere gassen en dampen bevatten, zodat 2f de gevaarlijkste ontplofbare mengsels aanduidt.

Deze gasindeling is gebaseerd op het verschil van energie dat vereist is opdat mengsels van deze gassen door een elektrische vonk zouden ontstoken worden. De aanneming van materieel of de getuigschriften van gelijkvormigheid aan de norm worden gegeven voor een welbepaald apparaat en in een welbepaalde klasse.

In klasse 2f, die acetyleen en zwavelkoolstof bevat, geldt het getuigschrift van gelijkvormigheid of aanneming enkel voor een van deze twee gassen, dat op het getuigschrift vermeld wordt.

Getuigschriften van aanneming of gelijkvormigheid aan de norm, die voor een bepaalde klasse afgeleverd worden, zijn geldig voor minder gevaarlijke gassen en dampen.

Afdeling 2. Veiligheidsmaterieel met ontploffingsvast omhulsel.

A. *Kenmerken van het omhulsel.*

Het elektrisch apparaat wordt ondergebracht in een zogenaamd ontploffingsvast omhulsel, ongeacht of het in normaal bedrijf vonken voortbrengt, zoals een eenvoudige schakelaar of een lastschakelaar, dan wel geen vonken voortbrengt.

Dit omhulsel is zeer stevig gemaakt (fig. 18 toont een versterkt deksel) en dus ook tamelijk zwaar ; dit komt speciaal goed uit voor de harde bedrijfsvoorwaarden die men in sommige delen van de mijnen vindt.

Ieder type van apparaat in een soortgelijk omhulsel worden geborgen, zoals blijkt uit de figuren 19 (motor), 20 (telefoon), 21 (transformator), 22 (lastschakelaar), 23 (verlichtingsarmatuur), 24 (koffer voor accumulatorenbatterij met de elementen).

Fig. 18.

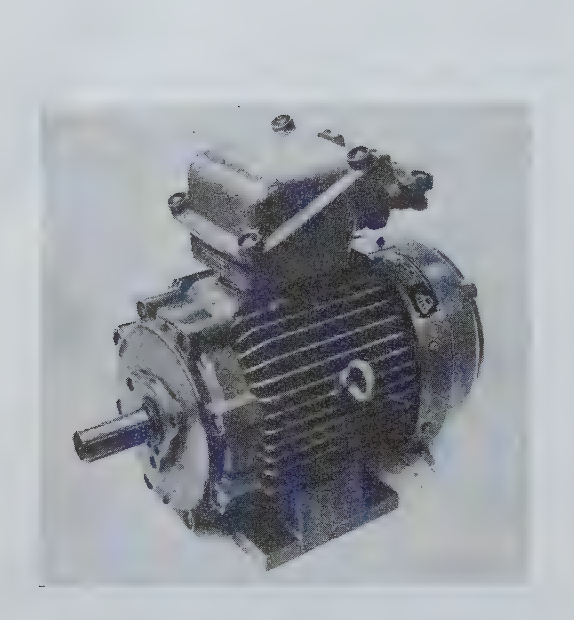


Fig. 19.

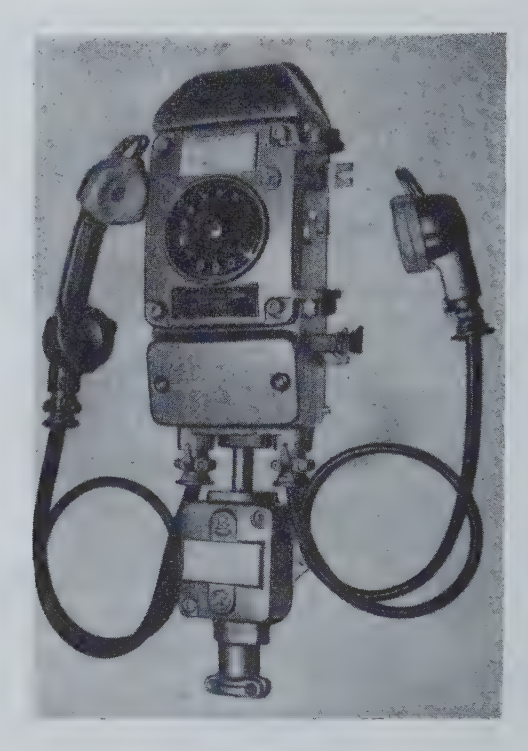


Fig. 20.

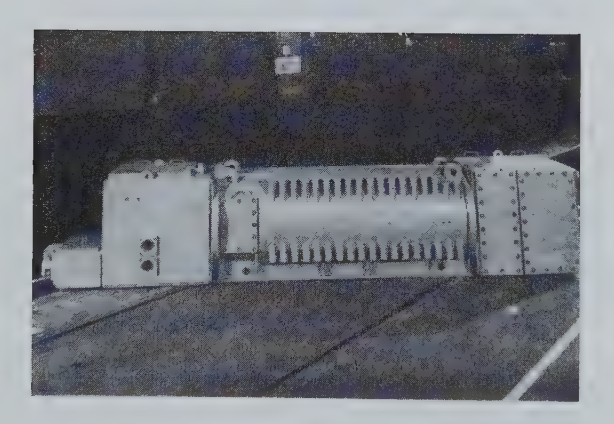


Fig. 21.

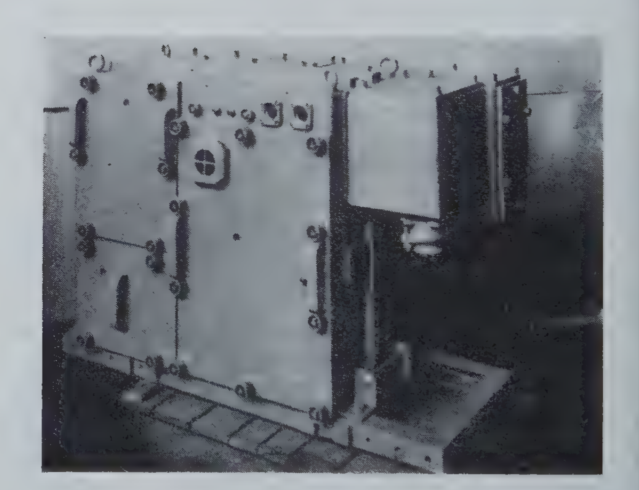


Fig. 22.

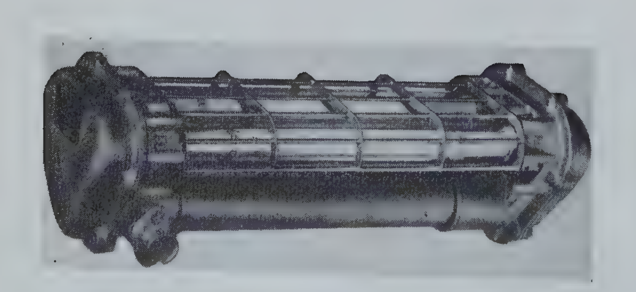


Fig. 23.

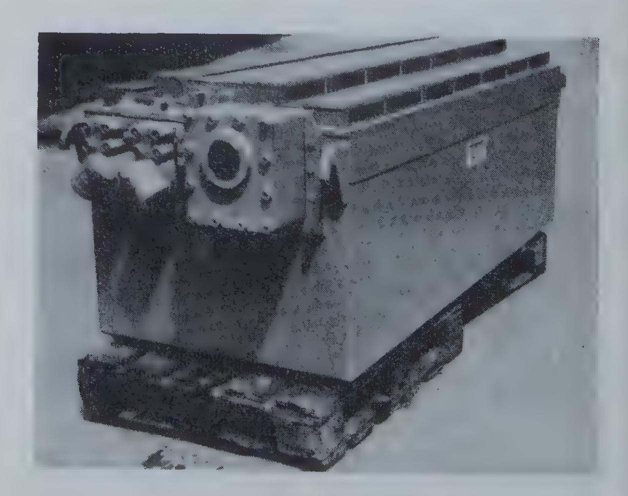


Fig. 24.

d'éclairage), 24 (coffret pour batterie d'accumulateur, avec ses empilages).

Une enveloppe antidéflagrante n'est jamais considérée comme parfaitement étanche ; en effet, le matériel électrique qu'elle renferme supporte, en raison de sa mise en service périodique, des alternances d'échauffements et de refroidissements, auxquelles correspondent des variations de la pression de l'atmosphère interne de l'enveloppe. Il s'ensuit que l'atmosphère gazeuse extérieure, éventuellement inflammable, peut y pénétrer, mais dans ce cas, les joints de l'enveloppe, à l'endroit des couvercles et traversées d'axes, les interstices de ces joints et d'autres caractéristiques constructives sont telles que l'enveloppe satisfasse aux conditions suivantes:

a) Si le mélange inflammable pour lequel l'enveloppe est prévue s'introduit à l'intérieur de celle-ci et y prend feu, l'enveloppe résiste à l'explosion sans aucune déformation permanente.

b) L'inflammation interne est incapable de se propager dans l'ambiance gazeuse extérieure en raison du fait que la flamme est refroidie et arrêtée lors de son passage à travers le ou les joints.

Dans le même but, des précautions constructives spéciales sont mises en oeuvre, à l'égard des trous destinés à recevoir les vis et boulons de serrage des couvercles. Les trous ne peuvent, même en l'absence d'une vis ou d'un boulon, mettre en communication l'atmosphère interne de l'enveloppe avec l'extérieur. D'autres précautions visent les regards, les globes de lampes et surtout le mode de raccordement des câbles à l'appareil.

Toutes les précautions constructives sont spécifiées dans la norme NBN 286.

B. *Classes d'enveloppes.*

Les appareils sont rangés en deux classes :

a) La classe A comprend les appareils comportant des espaces libres accessibles aux gaz et vapeurs, les appareils destinés à être remplis de produits isolants durcissant à la prise, les appareils destinés à recevoir un produit de remplissage non inflammable et ne se décomposant pas en gaz inflammable.

b) La classe B comprend les appareils qui renferment de l'huile minérale et les éléments d'appareils dans lesquels les produits gazeux provenant de cette huile peuvent pénétrer.

C. *Groupes d'enveloppes.*

Les enveloppes sont classées en quatre groupes, respectivement n^os^ I, IIa, IIb et IIc, en fonction de la nature du gaz. Celle-ci conditionne les dimensions des joints et de leurs interstices entre les surfaces d'assemblage. Le respect de ces dimensions assure à l'enveloppe son caractère de sécurité vis-

Een ontplofbaar omhulsel wordt nooit beschouwd als volkomen dicht ; het elektrisch toestel dat erin zit ondergaat wanneer het periodisch in bedrijf gesteld wordt, afwisselend opwarmingen en afkoelingen, waardoor de druk van de atmosfeer in het inwendige van het omhulsel begint te veranderen. Hieruit volgt dat de buitenatmosfeer die mogelijk ontvlambaar is kan binnendringen maar in dat geval zijn de voegen van het omhulsel, aan de deksels en de asdoorgangen, de spleten in deze voegen en andere constructieve kenmerken zo gekozen dat het omhulsel voldoet aan twee voorwaarden :

a) Wanneer het ontvlambaar mengsel waarvoor het omhulsel gemaakt is er in binnendringt en in het inwendige ervan vuur vat, moet het omhulsel weerstaan aan de ontploffing zonder een blijvende vervorming te ondergaan ;

b) Een inwendige ontploffing kan zich niet naar buiten voortplanten omdat de vlam afgekoeld en tegengehouden wordt bij het doorstromen van de voegen.

Met hetzelfde doel worden constructief speciale voorzorgen genomen voor de gaten waarin de schroeven en bouten voor het vastzetten van het deksel moeten komen. Zelfs zonder schroef of bout mogen deze gaten geen verbinding vormen tussen de inwendige atmosfeer in het omhulsel, en de omgeving. Andere voorwaarden hebben betrekking op kijkglazen, de lampekappen en vooral de wijze waarop de kabel aangekoppeld wordt aan het apparaat.

Al de voorzorgen die bij de bouw kunnen genomen worden, staan vermeld in de norm 286.

B. *Indeling van de omhulsels.*

De toestellen worden ingedeeld in twee klassen :

a) In klasse A bevatten de toestellen ledige ruimten die toegankelijk zijn voor de gassen en dampen ; of ze zijn gemaakt om gevuld te worden met isolerende stoffen die nadien hard worden, ofwel met een niet ontvlambare vulmassa die geen ontvlambare ontbindingsprodukten voortbrengt ;

b) Klasse B bevat de toestellen die minerale olie inhouden alsmede elementen van apparaten waarin de gasvormige produkten die van deze olie voortkomen kunnen binnendringen.

C. *Groepen van omhulsels.*

De omhulsels worden ingedeeld in vier groepen, die aangeduid worden als I, IIa, IIb en IIc, naargelang van de aard van het gas. Hiervan hangt namelijk de breedte van de voegen af alsmede de afstand tussen de twee betrokken vlakken. Worden deze afmetingen in acht genomen dan is het omhulsel

à-vis du gaz envisagé. C'est ainsi que les enveloppes du groupe I, correspondant au grisou ou méthane, présentent les tolérances d'interstices les plus grandes du fait que ce gaz a les propriétés explosives les moins dangereuses ; par contre, les enveloppes du groupe IIc, correspondant notamment à l'acétylène, au sulfure de carbone et à l'hydrogène, présentent les tolérances d'interstices les plus étroites et à déterminer expérimentalement pour chaque cas, du fait que les propriétés explosives de ces gaz, et notamment la pression d'explosion, sont les plus dangereuses.

Les groupes IIa et IIb se rapportent à des catégories de gaz à propriétés explosives intermédiaires. Il s'ensuit que, pour chaque gaz, il existe un groupe d'enveloppes de sécurité correspondant. Ce groupe convient pour les gaz dont le classement est moins sévère.

Signalons encore que chaque groupe d'enveloppes se caractérise par des qualités constructives (robustesse, longueur des joints destinés à arrêter le passage de flamme de l'intérieur vers l'extérieur, etc) qui augmentent du groupe I au groupe IIc. La tableau II donne, à titre d'exemple, le classement de quelques gaz, parmi les plus courants, par rapport aux groupes d'enveloppes.

La liste complète de ce classement est donné dans la norme NBN 286.

TABLEAU II.

Groupes d'enveloppes	Gaz ou vapeurs	Classe d'inflammabilité
I	grisou ou méthane	N
IIa	gaz ammoniac-méthane industriel - gaz de haut fourneau,	N
	propane, butane, benzène	N
	méthanol	O
IIb	gaz de ville, de four à coke	N
	éthylène	N
IIc	gaz à l'eau, hydrogène	N
	acétylène	O
	sulfure de carbone	Q

D. *Classes d'inflammabilité des gaz et températures limites autorisées des enveloppes.*

Chaque gaz, nous l'avons vu plus haut, se caractérise par une température d'inflammation. L'appareil électrique antidéflagrant conçu pour ce gaz doit, par conséquent, avoir été calculé de manière que l'échauffement maximum de ses parois extérieures reste en dessous, avec une marge de sécurité, de la température d'inflammation du gaz.

veilig ten aanzien van het bedoelde gas. Zo bij voorbeeld hebben de omhulsels van groep I, bestemd voor mijngas of methaan, de grootste openingstoleranties, omdat dit gas uit oogpunt ontplofbaarheid het minst gevaarlijk is ; daarentegen hebben de omhulsels van de klasse IIc, bestemd voor acetyleen, zwavelkoolstof en waterstof, de kleinste openingstoleranties, die proefondervindelijk voor elk geval moeten vastgesteld worden, omdat deze gassen uit oogpunt ontplofbaarheid het gevaarlijkst zijn, namelijk wegens hun ontploffingsdruk.

De groepen IIa en IIb hebben betrekking op middelmatig ontplofbare gassen. Er bestaat bijgevolg voor elk gas een groep omhulsels met passende veiligheid. Deze groep mag ook gebruikt worden voor gassen met een minder strenge indeling.

Wij willen nog vermelden dat elke groep constructieve kenmerken heeft (stevigheid, lengte van de voeg die de vlam moet beletten van binnen naar buiten door te slaan, enz...) die toenemen van klasse I tot klasse IIc. Tabel II geeft bij wijze van voorbeeld de indeling van enkele der meest voorkomende gassen en de daarbij horende groepen van omhulsels.

De volledige lijst van deze indeling vindt men in de norm NBN 286.

TABEL II

Groepen van omhulsels	Gassen of dampen	Ontvambaarheidsklassen
I	mijngas of methaan	N
IIa	ammoniakgas - industrieel methaan - hoogovengas propaan, butaan	N
	benzeen	N
	methanol	O
IIb	stadsgas, cokesovengas	N
IIc	ethyleen	N
	watergas, waterstof	N
	acetyleen,	O
	zwavelkoolstof	Q

D. *Ontvlambaarheidsklassen voor de gassen, en toegelaten temperaturen voor de omhulsels.*

Wij hebben hoger gezien dat elk gas een eigen ontvlambaarheidstemperatuur heeft. Bijgevolg moet een ontploffingsvast toestel dat voor dit gas geschikt is zo berekend zijn dat de hoogst mogelijke verwarming van zijn buitenwanden met een zekere veiligheidsmarge onder de ontvlammingstemperatuur van het gas blijft.

Les classes d'inflammabilité des gaz et les températures limites correspondantes des enveloppes sont données par la norme NBN 286 du Comité Electrotechnique Belge.

Les gaz, au point de vue de l'antidéflagrance du matériel, sont répartis en quatre classes d'inflammabilité désignées par les lettres N, O, P, Q. Cette désignation figure au tableau II, relatif au classement des groupes d'enveloppes, pour ceux des gaz de la norme qui y sont repris.

A chacune de ces quatre classes d'inflammabilité correspond un échauffement limite dans l'hypothèse d'une température ambiante maximale de 40 ° et, par conséquent, une température limite de la paroi extérieure de l'enveloppe antidéflagrante.

Ces renseignements, extraits de la norme, sont reproduits dans le tableau III :

TABLEAU III

Classe d'inflammabilité du gaz	Echauffement limite en ° C	Température limite de la paroi extérieure de l'enveloppe en ° C.
N	165	205
O	120	160
P	80	120
Q	45	85

Le tableau III appelle, dans le cas de l'utilisateur, les deux remarques suivantes :

a) Une enveloppe d'un groupe donné, par ex. le groupe IIa, prévue pour un gaz déterminé de ce groupe, par ex. le méthane industriel de classe d'inflammabilité N, ne convient pas pour des gaz du même groupe dont la classe d'inflammabilité est supérieure, par ex. le méthanol dont la classe d'inflammabilité est O. Il est donc indispensable que l'utilisateur s'assure, au vu de la norme NBN 286, que le matériel antidéflagrant qu'il acquiert correspond bien, au point de vue groupes d'enveloppes et classes d'inflammabilité, à la nature du gaz pour lequel il est prévu.

b) Les températures limites du tableau III ne sont valables que pour autant que les surfaces extérieures de l'enveloppe ne soient pas recouvertes de dépôts permanents de poussières dont le point d'ignition serait inférieur ou égal à ces températures.

Signalons, à cet égard, que les poussières de charbon sèches s'enflamment à une température voisine de 170 à 200 ° C et que cette température d'inflammation peut tomber à 150 ° lorsque la poussière de charbon contient un peu d'huile.

Certains moteurs antidéflagrants sont pourvus de thermocouples internes, certains autres appareils an-

De ontvlambaarheidsklassen van de gassen en de overeenkomstige grenstemperaturen der omhulsels worden gegeven in de norm NBN 286 van het Belgisch Elektrotechnisch Comité.

Wat de ontploffingsvastheid van het materieel betreft worden de gassen ingedeeld in vier ontvlambaarheidsklassen aangeduid met N, O, P, Q. Men vindt deze symbolen in tabel II betreffende de groepen van omhulsels althans voor die gassen uit de norm, die erin voorkomen.

Met elk van deze ontvlambaarheidsklassen komt een maximale verwarming overeen in de veronderstelling dat de omgevingstemperatuur 40° C bedraagt, en bijgevolg ook een grenstemperatuur voor de buitenwand van het ontploffingsvast omhulsel.

De volgende cijfers van tabel III komen uit de norm :

TABEL III

Ontvlambaarheidsklassen van het gas	Hoogste verwarming in centigraden	Grenstemperatuur van de buitenwand van het omhulsel in ° C
N	165	205
O	120	160
P	80	120
Q	45	85

Van het standpunt van de gebruiker uit levert tabel III stof voor de volgende twee opmerkingen :

a) Een omhulsel van een bepaalde groep, bij voorbeeld IIa, bestemd voor een bepaald gas van deze groep, bij voorbeeld het industrieel methaan van ontvlammingsklasse N, is niet geschikt voor gassen van dezelfde groep met een hogere ontvlammingsklasse O. Bijgevolg moet de gebruiker er zich met behulp van de norm NBN 286 van verzekeren dat het ontploffingsvast materieel dat hij zich aanschaft uit oogpunt groepen van omhulsels en ontvlammingsklassen wel degelijk geschikt is voor het gas waarvoor het bedoeld is ;

b) De grenstemperaturen van tabel III zijn enkel geldig voor zover de buitenwanden van de omhulsels niet voortdurend bedekt zijn met een laag stof met een gelijke of lagere ontvlammingstemperatuur.

In dat verband wijzen wij erop dat droog kolenstof ontvlamt bij de 170 tot 200° C en dat deze ontvlammingstemperatuur kan dalen tot 150° wanneer het kolenstof gemengd is met een weinig olie.

Sommige ontploffingsvaste motoren zijn uitgerust met inwendige thermokoppels, andere ontploffingsvaste toestellen met veiligheidstermostaten, zodat

tidéflagrants de thermostats de sécurité, dans le but d'assurer la coupure du courant lorsque l'échauffement limite est atteint.

de stroom uitgeschakeld wordt wanneer de grenstemperatuur wordt bereikt.

Section 3. Matériel de sécurité par surpression interne.

L'enveloppe ne comporte d'autres ouvertures que celles prévues pour l'entrée et la sortie des canalisations du fluide de mise en surpression. Cette surpression doit être d'au moins 5 mm d'eau. Les conditions de débit sont fixées par la norme NBN 716.

L'appareil doit être pourvu de dispositifs de sécurité assurant :

— l'alarme ou la coupure du courant en cas de défaut de surpression ;
— la protection contre toute mise sous tension alors que la surpression ne serait pas assurée et que le fluide se trouvant initialement dans l'enveloppe ne serait pas complètement chassé dans les conditions prévues par la norme.

Les dispositifs de sécurité en question doivent être eux-mêmes soit à sécurité intrinsèque, soit de sécurité par enveloppe antidéflagrante, soit de sécurité « e », selon les conditions d'emploi et de lieu prévues.

Afdeling 3. Veiligheidsmaterieel met inwendige overdruk.

Dit omhulsel bevat geen andere openingen dan die die nodig zijn om de leidingen om de overdrukstof in en uit te laten. De overdruk moet minstens 5 mm water bedragen. Het debiet moet voldoen aan de eisen gesteld door de norm NBN 716.

Het toestel moet een veiligheidstemperatuur hebben die het volgende waarborgt :

— een alarm of een onderbreking van de stroom wanneer de overdruk onvoldoende wordt ;
— een beveiliging tegen het onder spanning zetten wanneer de overdruk niet aanwezig is en zolang het fluidum dat aanvankelijk in het omhulsel aanwezig was niet volledig verdreven is op de manier die voorgeschreven wordt door de norm.

De bedoelde veiligheidsapparatuur moet zelf intrinsiek veilig, veilig door aanwezigheid van een ontploffingsvast omhulsel, of met veiligheid « e » zijn, naargelang van de omstandigheden en de plaats van gebruik.

Section 4. Matériel de sécurité par isolant pulvérulent.

Nous n'envisagerons ici que le cas des transformateurs au quartz (sable pur).

Ce matériel est conçu pour ne pas enflammer une atmosphère explosive extérieure, même si celle-ci pénètre à l'intérieur de l'appareil et qu'il s'y produit simultanément un échauffement, arc ou étincelle. Le remplissage de quartz s'oppose à la propagation de l'inflammation et permet d'éviter l'emploi d'un carter antidéflagrant.

Les essais effectués en France ont démontré que lorsqu'il se produit un arc à l'intérieur de l'appareil, même de forte intensité mais de durée limitée, il se forme une poche vitrifiée au sein de la masse de quartz pulvérulent.

La protection vis-à-vis de l'inflammation de l'atmosphère gazeuse considérée est obtenue à condition que cette poche ne se développe pas jusqu'au sommet du remplissage.

Pour satisfaire à cette condition, il faut que les précautions suivantes soient assurées simultanément:

a) Une hauteur suffisante, définie par le constructeur et les essais d'agréation, du matelas de sable au-dessus des conducteurs. Cette condition est essentielle pour la sécurité. Il est re-

Afdeling 4. Veiligheidsmaterieel met poedervormige isoleerstof.

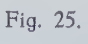
Wij beschouwen hier enkel het geval van de kwartstransformatoren (zuiver zand).

Dit materieel is zo gebouwd dat de ontvlamming van een uitwendige ontplofbare atmosfeer wordt vermeden, zelfs wanneer het betrokken gas in het toestel dringt en er daarin terzelfdertijd een verhitting optreedt of een boog of een vonk. Dank zij de kwartsvulling kan de ontvlamming zich niet voortplanten en er is geen ontploffingsvast omhulsel nodig.

In Frankrijk uitgevoerde proeven hebben aangetoond dat er zich bij het optreden van een boog in het inwendige van het toestel, zelfs wanneer de stroomsterkte hoog is, doch de duur kort, een soort van verglaasde ledige ruimte vormt in de poedervormige kwartsmassa.

Het toestel blijft veilig ten opzichte van het gevaar voor ontvlamming van de beschouwde gasatmosfeer zolang deze ruimte zich niet tot de top aan de vulling uitbreidt.




Fig. 25.

commandable de disposer une couche supplémentaire contre l'humidité.

b) Une pureté et une granulométrie du quartz appropriées en vue, notamment, de réduire le tassement après remplissage.

c) Un état hygrométrique convenable du quartz (moins de 0,1 % d'eau en poids lors du remplissage).

d) Le respect des caractéristiques mécaniques et électriques définies par le constructeur et les certificats d'agréation. L'appareil doit notamment être protégé de façon que la puissance du court-circuit susceptible de s'y produire ne dépasse pas la valeur indiquée par le constructeur.

Section 5. Matériel à sécurité augmentée, encore appelé de sécurité « e ».

A. *Caractéristiques.*

1) La sécurité « e », avons-nous vu, ne repose pas sur l'enveloppe, mais sur la réalisation particulièrement soignée de l'appareillage électrique interne, en vue d'éliminer les risques de production anormale d'arcs, d'étincelles ou d'échauffements dangereux.

Ce type de protection ne s'applique qu'au matériel ou parties de matériel électrique qui ne produisent pas d'étincelles ni d'échauffements dangereux en service normal.

Lorsque le matériel « e » comprend des organes producteurs d'étincelles ou d'échauffements dangereux en service normal, ces organes doivent eux-mêmes, et indépendamment de l'appareil de sécurité « e » dans lequel ils sont installés, être pourvus

Aan deze voorwaarde wordt voldaan wanneer terzelfdertijd al de volgende voorwaarden vervuld zijn :

a) De zandlaag boven de geleiders moet een voldoende dikte hebben, dikte die wordt bepaald door de bouwers en in het aannemingsbesluit. Deze voorwaarde is van het grootste belang voor de veiligheid. Het is goed nog een speciale laag aan te brengen om vocht te weren.

b) Zuiverheid en korrelgrootte van het kwarts moeten ervoor zorgen dat er na het vullen geen verzakking optreedt.

c) Het zand moet een behoorlijke vochtigheidsgraad hebben (minder dan 0,1 gewichtsprocent bij het vullen).

d) De mechanische en elektrische kenmerken die bepaald worden door de bouwer en de aannemingsgetuigschriften moeten in acht genomen worden. Meer in het bijzonder moet het toestel op zulke wijze beschermd worden dat het hoogst mogelijke kortsluitvermogen niet meer bedraagt dan de waarde aangegeven door de bouwer.

Afdeling 5. Materieel met versterkte veiligheid, ook genoemd veiligheidsmaterieel « e ».

A. *Kenmerken.*

1) Zoals we gezien hebben berust de veiligheid « e » niet op de aanwezigheid van een huls maar op de bijzondere zorg waarmee het inwendige van het toestel wordt uitgevoerd, waardoor het risico van abnormale bogen of vonken of van een gevaarlijke verhitting wordt uitgesloten.

Deze soort van veiligheid wordt enkel aangewend voor toestellen die bij normaal bedrijf geen vonken of gevaarlijke verhitting veroorzaken.

Waneer materieel « e » organen bevat die bij normaal bedrijf aanleiding geven tot vonken of gevaarlijke verhitting, moeten deze organen zelf, onafhankelijk van het veilig apparaat « e » waarin ze zijn ingebouwd, voorzien zijn van een bescher-



Fig. 26.

Moteur de sécurité « e ».

Motor met veiligheid « e ».



Fig. 27.

Armature d'éclairage de sécurité « e ».

Verlichtingsarmatuur « e ».

d'une protection, soit par enveloppe antidéflagrante, soit par enveloppe à surpression interne. Dans ce cas, cette enveloppe n'entoure que l'organe en question et non pas l'appareil complet. Il s'ensuit que ce matériel est moins pondéreux et moins coûteux que le matériel antidéflagrant.

2) La réalisation particulièrement soignée de l'appareil de sécurité « e » concerne une série de particularités constructives parmi lesquelles nous citerons les suivantes :

a) L'échauffement du bobinage, en service continu, est limité à une valeur inférieure de 10 °C à la normale, ce qui procure une sécurité plus grande quant à la tenue des isolants et allonge de beaucoup leur durée de vie. A ce point de vue, les isolants sont répartis en classes d'isolation désignées par les lettres A, E, B, F, H, etc...
b) Des lignes de fuite et distances d'isolement supérieures à celles du matériel ordinaire et définies par la norme. On entend par ligne de fuite, la distance la plus courte entre deux parties conductrices le long de la surface d'un isolant, et par distance d'isolement la distance mesurée en ligne droite entre deux parties conductrices. A ce point de vue, la qualité des matériaux isolants est répartie par la norme NBN 717 en 3 groupes, respectivement a, b et c.
c) Une valeur minima fixée pour l'entrefer évite le risque de frottement du rotor dans le stator et la production d'étincelles ainsi que l'échauffement qui en résulterait.
d) Des bornes ou organes de connexion construits et disposés de manière que le bon contact électrique ne puisse être affecté par les échauffements atteints en service normal, ni par les vibrations mécaniques. Les bornes sont d'un type indéserrable (fig. 28).

ming ; dit kan een ontploffingsvast omhulsel zijn of een omhulsel met inwendige overdruk. In dat geval zit dit omhulsel enkel omheen het bewuste orgaan en niet omheen geheel het apparaat. Bijgevolg is dit materieel minder zwaar en minder kostelijk dan het ontploffingsvast materieel.

2) Door bijzonder verzorgde uitvoering van het veiligheidsmaterieel « e » bedoelt men enkele constructieve bijzonderheden waaronder de volgende :

a) De verhitting van de spoelen blijft in doorlopend bedrijf beneden de 10° C boven de omgevingstemperatuur ; dit betekent een zekerder werking van de isolatie en een verlenging van haar levensduur. De isoleermiddelen worden in dit opzicht onderverdeeld in isolatieklassen aangeduid door de letters A, E, B, F, H, enz...
b) De lekllijnen en isoleerafstanden zijn groter dan bij normaal materieel en dan in de normen wordt voorgeschreven. Door leklijn verstaat men de kleinste afstand tussen twee geleidende delen langs de oppervlakte van het isoleermiddel, en door isoleerafstand de rechtlijnige afstand tussen twee geleidende delen. In dat opzicht worden de isoleermiddelen naar hun kwaliteit ingedeeld door de norm NBN 717 in drie groepen, en wel, a, b en c.
c) De afstand van ijzer moet een bepaalde minimum waarde hebben, zodat een rotor niet in de stator kan wrijven, en er geen vonken of verhitting worden veroorzaakt.
d) Klemmen en verbindingsorganen worden zo gebouwd dat het elektrisch contact niet wordt in gevaar gebracht door de verhitting die in normaal bedrijf optreedt of door de mechanische trillingen. De klemmen zijn van een type dat niet kan lossen (fig. 28).

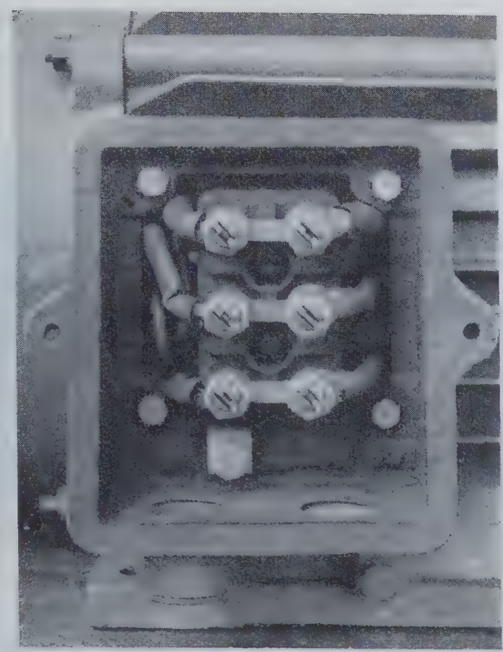


Fig. 28.

e) L'appareillage doit être à l'abri des poussières et de l'eau. Ceci est réalisé par une étanchéité convenable de l'enveloppe.

f) temps t_E. Le matériel à sécurité augmentée suppose que la température d'un point quelconque n'atteigne jamais la température d'inflammation du gaz.

A ce sujet, il ne faut pas seulement considérer le fonctionnement en régime permanent, mais aussi celui en régime transitoire qui peut normalement se présenter.

C'est ainsi qu'un rotor de moteur asynchrone à cage peut rester calé un certain temps si le couple résistant est anormalement élevé, et l'on sait que dans ce cas l'échauffement de la cage est très rapide.

Il est donc utile de savoir pendant combien de temps ce rotor peut rester calé sans risque d'enflammer le gaz, afin que les protections puissent être réglées de manière à agir en temps voulu.

C'est pourquoi on a été amené à introduire la notion du temps t_E qui se définit comme suit :
C'est le temps nécessaire pour qu'en cas de calage du rotor, ou en général de fonctionnement en court-circuit, un point quelconque du bobinage ou du circuit magnétique atteigne, à partir de la température normale de service, une température dangereuse, soit pour l'isolement, soit vis-à-vis de l'atmosphère gazeuse inflammable pour laquelle l'appareil est prévu.

La figure 29 montre, dans le cas d'un moteur, la variation de la température en un point quelconque en fonction du temps : θ_1 est l'échauffement

e) De apparatuur moet beveiligd zijn tegen stof en water ; dit bekomt men dank zij een behoorlijk dicht omhulsel.

f) Tijd t_E. Bij veiligheidsmaterieel wordt verondersteld dat de temperatuur in geen enkel punt de ontvlammingstemperatuur van het gas bereikt.

Hier moet niet aleen met het doorlopend bedrijf worden rekening gehouden, maar ook met een voorbijgaand regiem dat normalerwijze kan optreden.

Zo bijvoorbeeld kan de rotor van een asynchrone kooiankermotor gedurende een zekere tijd geblokkeerd blijven wanneer het weerstandbiedend koppel abnormaal hoog is, en men weet dat de kooi in dat geval snel verhit wordt.

Zo is men gekomen tot de notie van de tijd t_E die het volgende betekent :

Het is de tijd nodig opdat een willekeurig punt van de wikkelingen of van de magnetische keten, tijdens het blokkeren van de motor of in het algemeen tijdens een kortsluiting, vertrekkend van de normale werktemperatuur een temperatuur zou bereiken die gevaarlijk is hetzij voor de isolatie, hetzij in verband met de ontvlambare gasatmosfeer waarvoor het toestel ontworpen is.

Figuur 29 geeft voor een motor de verandering van de temperatuur in een willekeurig punt in functie van de tijd : θ_1 is de verhitting na een doorlopende werking van de machine op nominaal vermogen.

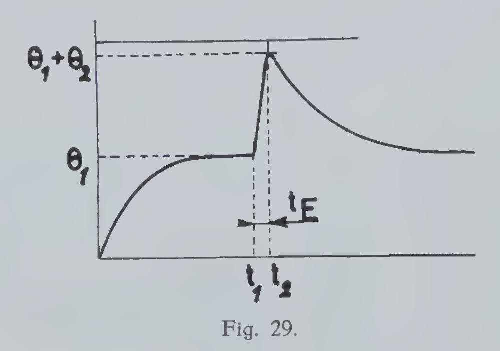


Fig. 29.

Wij veronderstellen dat de motor op dat ogenblik vastloopt en geblokkeerd blijft. Men weet dat de machine in dat geval een hoge stroom opslorpt. Door de bijkomende verhitting die daarvan het gevolg is bedraagt de temperatuur op het ogenblik t_2 de waarde $(\theta_1 + \theta_2)$ boven de omgevingstemperatuur. Deze waarde moet onder de grens blijven die wordt toegelaten door de isolatie en de gasatmosfeer in kwestie.

De tijd t_E is gelijk aan $(t_2 - t_1)$. Hij wordt proefondervindelijk bepaald op een testbank (fig. 30) bij de aanneming en moet tenminste 5 seconden bedragen vooraleer het apparaat de veiligheid « e » krijgt. Hij kan boven deze grenswaarde liggen en zijn waarde wordt aangeduid op de merkplaat. Bijgevolg moeten de beschermingsrelais worden ge-

atteint au moment t_1, à partir de la température ambiante et après un service continu de la machine à sa puissance nominale.

Supposons qu'alors le rotor du moteur se cale et reste bloqué. On sait que, dans ces conditions, la machine absorbe un courant important. L'échauffement supplémentaire qui en résulte portera la température, à l'instant t_2, à une valeur $(\theta_1 + \theta_2)$ au-dessus de la température ambiante. Cette valeur doit rester inférieure à la limite permise par les isolants et l'atmosphère gazeuse envisagée.

Le temps t_E est égal à $(t_2 - t_1)$. Il est déterminé expérimentalement sur un banc d'essai (fig. 30) lors de l'agréation et doit atteindre au moins 5 secondes pour que l'appareil soit reconnu à sécurité augmentée. Il peut être supérieur à cette limite et sa valeur est inscrite sur la plaque signalétique. En conséquence, il faut que les relais de protection soient réglés de façon à intervenir en un temps plus court que t_E, afin que le moteur ne puisse atteindre, à rotor bloqué, une température dangereuse.

B. *Classement suivant les groupes de gaz.*

Les atmosphères de gaz ou de vapeurs explosives sont classées par la norme en 5 classes ou groupes d'inflammation, correspondant chacune à une température supérieure d'inflammation T de cette atmosphère, suivant le tableau IV, dans lequel nous faisons figurer quelques gaz à titre indicatif, la liste complète en étant donnée dans la norme :

TABLEAU IV.

Groupe d'inflammation	Exemples de gaz	Température d'inflammation T en °C
G1	grisou ou méthane, gaz de haut-fourneau, gaz de four à coke, ammoniac, éthylène, hydrogène	au dessus de 450 °
G2	butane, acétylène	300 à 450 °
G3	pentane	200 à 300 °
G4	éther éthylique	135 à 200 °
G5	sulfure de carbone	100 à 135 °

Chaque appareil de sécurité « e » est prévu pour l'une de ces classes ou groupes d'inflammation.

Les valeurs limites des échauffements des appareils, et notamment des moteurs fonctionnant à rotor bloqué pendant le temps t_E, sont fonction de la classe d'isolation des isolants et de la classe de gaz pour laquelle l'appareil a été construit.

regeld om tussen te komen na een tijd die korter is dan t_E, zodat de motor met geblokkeerde rotor geen gevaarlijke temperatuur kan bereiken.

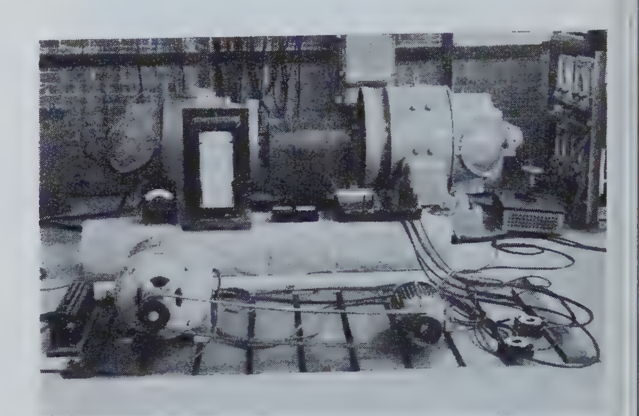


Fig. 30.

B. *Indeling volgens de gasgroepen.*

Ontplofbare gas- of dampatmosferen worden door de norm ingedeeld in 5 ontvlammingsgroepen of -klassen, die ieder overeenkomen met een bovenste ontvlammingstemperatuur T van deze atmosfeer, volgens tabel IV waarin wij enkele gassen geven bij wijze van voorbeeld, vermits de volledige lijst in de norm voorkomt :

TABEL IV

Ontvlammingsgroep	Voorbeeld van gas	Ontvlammingstemperatuur T in ° C
G1	mijngas of methaan hoogovengas cokesovengas ammoniak, ethyleen, waterstof	meer dan 450°
G2	butaan, acetyleen	300 tot 450°
G3	pentaan	200 tot 300°
G4	ethyleter	135 tot 200°
G5	zwavelkoolstof	100 tot 135°

Ieder toestel met veiligheid « e » is gebouwd voor een van deze ontvlammingsgroepen of -klassen.

De grensverhitting der toestellen en meer bepaald van de motoren die werken met geblokkeerd anker gedurende de tijd t_E hangen af van de isolatieklas der isoleermiddelen en van de klasse van het gas waarvoor het toestel gebouwd is.

A titre d'exemple, le tableau V, extrait de la norme, donne, en °C, l'échauffement maximal $\theta_1 + \theta_2$ autorisé, par rapport aux classes d'isolation et aux groupes d'inflammation.

Bij wijze van voorbeeld geven wij in tabel V, die uit de norm komt, de maximaal toegelaten verhitting in °C, $\theta_1 + \theta_2$ in verband met de isolatieklasse en de ontvlammingsgroepen.

TABLEAU V

TABEL V

Classe d'isolation des enroulements / Isolatieklasse der wikkelingen	Groupe de gaz — Groep van het gas				
	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
A	120	120	120	85	50
E	135	135	135	85	50
B	145	145	140	85	50
F	170	170	140	85	50
H	195	195	140	85	50
pièces non isolées (ex. rotor à cage) *niet-geisoleerde delen (vb : kooianker)*	360	230	140	85	50

Section 6. Autres types de matériel de sécurité.

Les prescriptions ne sont pas encore établies pour les autres types de matériel de sécurité ; il appartient par conséquent aux utilisateurs d'observer les températures de surface de l'enveloppe qui sont atteintes par le matériel en service, spécialement pour les surfaces susceptibles d'accumuler de fines particules de poussières inflammables.

Afdeling 6. Andere typen van veiligheidsmaterieel.

Voor de andere typen van veiligheidsmaterieel bestaan de voorschriften nog niet ; bijgevolg moeten de gebruikers zelf nagaan welke de temperatuur wordt van de omhulsels der apparaten die in bedrijf zijn, vooral voor de oppervlakken waarop ontvlambaar stof zich kan ophopen.

CHAPITRE III.

DEGRES DE PROTECTION DU MATERIEL ELECTRIQUE.

HOOFDSTUK III.

BESCHERMINGSGRAAD VAN ELEKTRISCH MATERIEEL.

Les machines, transformateurs et appareils électriques peuvent être construits de manière à présenter un degré de protection plus ou moins élevé vis-à-vis de la pénétration de corps solides étrangers, de poussières, de liquides ainsi que contre les contacts de personnes avec les pièces sous tension ou en mouvement.

Ces degrés de protection et les symboles y relatifs sont définis par la norme NBN 197 suivant les modalités résumées ci-après (N.B. : il n'entre pas dans la ligne de cette brochure d'exposer toutes les règles définies par la NBN 197 ; pour plus ample information, il convient de consulter cette norme).

Le symbole indiquant le degré de protection consiste en la lettre P suivie de 2 chiffres ; le premier de ces chiffres donne le degré de protection vis-à-

Elektrische machines, transformatoren en apparaten kunnen gebouwd worden met een min of meer hoge graad van veiligheid tegen het binnendringen van vaste vreemde voorwerpen, stof, vloeistoffen, alsmede tegen aanraking door het personeel van in beweging zijnde of onder spanning staande delen.

Deze beschermingsmiddelen en de erbij horende symbolen worden opgegeven in de norm NBN 197 volgens de modaliteiten die hier worden samengevat (N.B. Het is niet de bedoeling in deze brochure al de regels te geven die in de norm NBN 197 worden bepaald ; voor meer uitgebreide inlichtingen moet men de norm naslaan).

Het symbool dat de graad van bescherming aangeeft bestaat uit de letter P gevolgd door twee cijfers : het eerste geeft de beschermingsgraad tegen

vis de la pénétration de corps solides étrangers (et poussières) ainsi que contre les contacts avec les pièces sous tension. Le second chiffre donne le degré de protection contre la pénétration de liquides.

Ainsi, le symbole P 43 signifie que l'appareil possède le degré de protection 4 vis-à-vis de la pénétration de poussières ou de corps solides étrangers et le degré de protection 3 contre la pénétration de liquides.

A titre indicatif, nous reproduisons ci-dessous de manière résumée, la signification des différentes valeurs qui peuvent être attribuées à ces deux chiffres.

A) Premier chiffre — Degré de protection contre les corps solides étrangers et les poussières.

Chiffre :

0 : Pas de protection contre la pénétration de corps solides étrangers ni contre les contacts de personnes avec les pièces sous tension ou en mouvement.

1 : Protection contre la pénétration de corps solides étrangers dont la plus petite dimension est supérieure à 50 mm ; protection contre les contacts d'une surface assez grande du corps humain (par ex. la main).

2 : Protection contre la pénétration de corps solides étrangers dont la plus petite dimension excède 12 mm et protection contre les contacts des doigts avec les pièces sous tension ou en mouvement.

3 : Protection contre la pénétration de corps solides étrangers dont la plus petite dimension excède 1 mm et protection contre les contacts à l'aide d'outils, de fils et autres objets d'une dimension supérieure à 1 mm.

4 : Protection contre les dépôts nuisibles de poussières à l'intérieur. La pénétration de poussières n'est pas totalement empêchée, mais leur dépôt ne peut se faire qu'en des endroits où elles ne risquent pas de nuire au bon fonctionnement.

5 : Protection complète contre les poussières.

B) Deuxième chiffre — Degré de protection contre la pénétration de liquides.

Chiffre :

0 : Pas de protection.

1 : Protection contre les gouttes de liquide tombant verticalement.

2 : Protection contre la pluie, l'eau tombant dans une direction faisant un angle de 60 ° au maximum avec la verticale ne pouvant pas avoir d'effets nuisibles.

het indringen van vreemde vaste stoffen (alsook stof) en tegen het aanraken van delen onder spanning. Het tweede cijfer geeft de beschermingsgraad tegen het indringen van vloeistoffen.

Zo betekent bij voorbeeld het symbool P 43 dat het apparaat een beschermingsgraad 4 bezit ten opzichte van het indringen van stof of van vreemde vaste stoffen en een beschermingsgraad 3 tegen het indringen van vloeistoffen.

Ter inlichting geven wij hier in het kort de betekenis van de verschillende cijfers weer :

A) Eerste cijfer : — Beschermingsgraad tegen vreemde vaste stoffen en tegen stofdeeltjes.

Cijfer :

0 : Geen bescherming tegen het indringen van vreemde vaste stoffen of tegen het aanraken door personen van in beweging zijnde of onder spanning staande delen.

1 : Bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste stoffen met een minimum afmeting van meer dan 50 mm ; bescherming tegen aanraking van een tamelijk groot deel van het menselijk lichaam (bij voorbeeld de hand).

2 : Bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste stoffen met een minimum afmeting van meer dan 12 mm en bescherming tegen aanraking met de vingers van delen in beweging of onder spanning.

3 : Bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste stoffen met een minimum afmeting van meer dan 1 mm en bescherming tegen aanraking met behulp van werktuigen, draden of andere voorwerpen met een dikte van meer dan 1 mm.

4 : Bescherming tegen afzetting van schadelijk stof in het inwendige van de machine. Er kan nog binnendringen doch alleen op plaatsen waar het zich kan neerzetten zonder gevaar voor de goede werking van het apparaat.

5 : Volledige bescherming tegen het stof.

B) Tweede cijfer — Beschermingsgraad tegen het indringen van vloeistoffen.

0 : Geen bescherming.

1 : Bescherming tegen vertikaal vallende vloeistofdruppels.

2 : Bescherming tegen de regen, waarbij het water mag vallen onder een hoek van maximum 60° met de vertikale zonder schade te berokkenen.

3 : Protection contre les éclaboussements de liquides, quelle que soit leur direction.

4 : Protection contre les jets d'eau, quelle que soit leur direction.

5 : Protection contre l'immersion dans l'eau sous pression.

Les dispositions constructives qui permettent d'atteindre ces divers degrés de protection, de même que les conditions des essais qu'un matériel doit subir pour se voir reconnaître un degré de protection déterminé, sont exposées dans la norme.

C) Troisième chiffre —

Un troisième chiffre peut éventuellement être ajouté aux deux précédents afin d'indiquer le degré de résistance mécanique des enveloppes d'appareils. Ce chiffre peut varier de 1 à 5 selon le degré de résistance éprouvé par un essai du choc mécanique d'une masse dont le poids varie, selon le cas, de 0,15 kg à 15 kg et qui tombe d'une hauteur de 0,40 m (ou encore subit un déplacement horizontal pendulaire de 0,80 m) suivant une procédure d'essais fixée par la norme.

3 : Bescherming tegen vloeistofspatten in eender welke richting.

4 : Bescherming tegen waterstralen in eender welke richting.

5 : Bescherming tegen water bij onderdompeling en onder druk.

Wij gaan in deze uiteenzetting niet uitweiden over de constructieregels die met het oog op deze verschillende beschermingsgraden moeten gevolgd worden en ook niet over de proeven waaraan het materieel onderworpen wordt vooraleer er een bepaalde beschermingsgraad aan toegekend wordt.

C) Derde cijfer.

Eventueel kan aan de vorige twee cijfers een derde worden toegevoegd dat dan de graad weergeeft van de mechanische weerstand van de omhulsels der apparaten. Dit cijfer gaat van 1 tot 5 en wordt bepaald volgens de graad van weerstand, die blijkt uit een mechanische schokproef met een massa die naargelang van het geval varieert van 0,15 tot 15 kg ; deze massa valt van een hoogte van 0,40 m (of ondergaat een slingerbeweging met een horizontale verplaatsing van 0,80 m) ; dit alles gebeurt volgens een beproevingsprocedure die bij norm is vastgelegd.

CHAPITRE IV.

MARQUAGE DU MATERIEL ELECTRIQUE DE SECURITE VIS-A-VIS DES ATMOSPHERES EXPLOSIVES.

HOOFDSTUK IV.

HET MERKEN VAN HET ELEKTRISCH VEILIGHEIDSMATERIEEL VOOR HET ONTPLOFBAAR MIDDEN

On entend par marquage, au sens des normes du Comité Electrotechnique Belge (C.E.B.), la désignation, imposée aux constructeurs, du mode et de la qualité de sécurité sur chaque appareil construit.

Cette désignation se fait, en pratique, sous forme de l'apposition d'une plaque signalétique fixée à demeure sur l'appareil.

Cette plaque signalétique mentionne les caractéristiques prévues par la norme et notamment le nom ou monogramme du constructeur, le numéro et la date de l'agréation et principalement une inscription désignant, au moyen de chiffres et de lettres, le mode de sécurité et le degré de sécurité de l'appareil vis-à-vis d'une atmosphère gazeuse déterminée.

Par exemple, le symbole Ex IIa PA signifie qu'il s'agit d'un appareil antidéflagrant dont l'enveloppe est du groupe IIa et prévue pour la classe d'inflam-

Door merken in de zin van de normen van het Belgisch Elektrotechnisch Comité (B.E.C.) bedoelt men de aanduiding die de constructeur verplicht is aan te brengen op elk apparaat in verband met de veiligheidskenmerken.

In feite gebeurt dit door middel van een kenplaatje dat blijvend op het toestel wordt aangebracht.

Dit kenplaatje vermeldt de gegevens die gevraagd worden door de norm en meer bepaald de naam of het monogram van de bouwer, nummer en datum van de aanneming, en vooral een inschrijving die met behulp van letters en cijfers aanduidt van welke aard en van welke graad de veiligheid van het toestel ten opzichte van een ontplofbaar midden is.

Zo bijvoorbeeld betekent het symbool Ex IIa Pa dat het gaat om een ontploffingsvast apparaat met een omhulsel van klasse IIa en gemaakt voor

mabilité de gaz P ; l'appareil est en outre de classe A.

Le mention Ex e G2 indique que l'appareil est de type à sécurité augmentée pour le groupe de gaz G2. Cette mention est accompagnée de renseignements fixant les limites des conditions techniques d'emploi (température d'échauffement, temps d'échauffement t_E correspondant, rapport du courant de démarrage Id au courant nominal, courant maximum de court-circuit admissible).

La mention « Séc. intr. 1ère cat. 2c » signifie que l'appareil est à sécurité intrinsèque de première catégorie pour les gaz de la classe 2c et des classes inférieures.

La mention « Ei 2e cat. 2d » indique que l'appareil est à sécurité intrinsèque de deuxième catégorie pour la classe de gaz 2d et les classes inférieures.

Le marquage d'un appareil peut, suivant le cas, présenter deux significations différentes, mais complémentaires :

1°) L'indication, sur la plaque signalétique, du type et du degré de sécurité signifie qu'un prototype de la série d'appareils à construire a subi avec succès, à l'I.N.M., les contrôles et essais prévus par la norme correspondante et qu'un certificat d'agréation ou de conformité à cette norme a été délivré au constructeur.

Il ne s'agit donc que du prototype. Cependant, le constructeur a l'obligation, suivant les normes du C.E.B., de vérifier la conformité de tous les appareils fabriqués et d'effectuer certains essais de chaque appareil. Citons, par exemple, l'essai obligatoire de résistance à une pression interne égale à 1,5 fois la pression enregistrée lors des essais d'inflammation interne effectués par l'I.N.M. et ce, sur chaque appareil fabriqué, lorsqu'il s'agit de matériel antidéflagrant. Cependant, d'autres types de sécurité, tels que la sécurité augmentée et la sécurité intrinsèque ne se prêtent pas à ce genre d'essais par le constructeur.

2°) Il peut se faire, cependant, qu'une défaillance se produise en cours de fabrication d'une série d'appareils et ne soit pas constatée. D'autre part, il convient que le constructeur adapte sa fabrication aux nouvelles normes lorsque celles-ci paraissent ou sont modifiées.

Ces deux desiderata, relatifs au maintien de la permanence de la sécurité au cours de la fabrication ultérieure, peuvent être satisfaits par le marquage CEBEC du Comité Electrotechnique Belge, effectué également à la diligence du constructeur ; ce

gassen van de ontvlambaarheidsklasse P ; bovendien behoort het apparaat tot de klasse A.

De vermelding Ex e G2 betekent dat het toestel een versterkte veiligheid heeft voor de gasgroep G2. Daarbij worden inlichtingen gegeven betreffende de technische gebruiksgrenzen (verhittingstemperatuur, overeenkomstige verhittingsduur t_E, verhouding van de aanloopstroom Ia tot de nominale stroom, maximum toelaatbare kortsluitstroom).

De vermelding Intr. Veil. 1 kat. 2c duidt op een intrinsiek veilig toestel van de eerste kategorie voor de gassen van de klasse 2c en de lager gerangschikte gassen.

De vermelding Ei 2 kat. 2d betekent een intrinsiek veilig toestel van de tweede kategorie voor gassen van klasse 2d en lagere klassen.

Het merkteken van een toestel kan naargelang van het geval twee verschillende betekenissen hebben die echter elkaar aanvullen :

1°) De aanduiding op het kenplaatje van een type en een veiligheidsgraad betekent dat een prototype van de te bouwen reeks apparaten met goed gevolg in het N.M.I. de controles en proeven heeft ondergaan die door de norm in kwestie zijn voorgeschreven, en dat een aannemingsgetuigschrift, of een verklaring betreffende gelijkvormigheid aan de norm werd afgeleverd aan de bouwer.

Het gaat dus enkel om het prototype. De bouwer is evenwel volgens de normen B.E.C. verplicht de gelijkvormigheid van al de vervaardigde toestellen na te gaan en op elk toestel bepaalde proeven uit te voeren. Wij denken bijvoorbeeld aan de verplichting, elk toestel te onderwerpen aan een inwendige druk gelijk aan 1,5 maal de druk die in het N.M.I. tijdens de proeven met inwendige ontvlamming werd vastgesteld, en wel, voor zover het gaat om ontploffingsvast materieel, op elk toestel afzonderlijk. Andere typen van veilige apparaten zoals de intrinsieke of versterkte lenen zich niet tot deze soort van proeven uit te voeren door de bouwer.

2°) Niettemin blijft het mogelijk dat een reeks toestellen in de loop van de fabrikage een defect oploopt zonder dat dit opgemerkt wordt. Van de andere kant dient de bouwer zijn fabrikaten aan te passen aan de nieuwe normen die verschijnen of bij wijziging.

Aan deze twee vereisten, die nodig zijn om het blijvend karakter van veiligheid tijdens de verdere fabrikatie te waarborgen, wordt voldaan door het aanbrengen van het merk CEBEC van het Belgisch Elektrotechnisch Comité, dat eveneens door de zor-

marquage a pour signification que des contrôles officiels périodiques sont effectués au cours de la fabrication, en vue de s'assurer que les appareils construits satisfont toujours aux normes.

En conclusion, le double marquage CEBEC et I.N.M. est donc à recommander hautement, puisqu'il s'agit d'une assurance contre les risques, tant pour le constructeur que pour l'utilisateur qui achète le matériel.

gen van de bouwer wordt aangebracht ; dit merk betekent dat er in de loop van de fabrikage periodisch officiële controles worden uitgevoerd, waardoor men zich wil verzekeren dat de produkten steeds aan de normen blijven voldoen.

Tot besluit kan men zeggen dat het dubbele merkteken CEBEC en N.M.I. alle aanbeveling verdient, want het gaat om het uitsluiten van alle risico's zowel voor de bouwer als voor de gebruiker die het materieel koopt.

CHAPITRE V.

RECOMMANDATIONS POUR L'EMPLOI, LES VISITES ET L'ENTRETIEN DU MATERIEL DE SECURITE VIS-A-VIS DES ATMOSPHERES EXPLOSIVES

HOOFDSTUK V.

AANBEVELINGEN VOOR GEBRUIK, SCHOUWING EN ONDERHOUD VAN HET ELEKTRISCH VEILIGHEIDSMATERIEEL VOOR ONTPLOFBARE MIDDENS

I. Matériel à sécurité intrinsèque (S I).

A. *Matériel à S I de 1ère et 2e catégories.*

Plusieurs des recommandations ci-après sont extraites de la note technique TOO2 du C.E.B.

Nous avons exposé, au chapitre II, que la qualité de sécurité intrinsèque d'un circuit ou d'un appareil est étroitement liée, pour le gaz envisagé, aux caractéristiques électriques, à la fiabilité des conducteurs et modules intervenant dans la construction, à la disposition des conducteurs les uns par rapport aux autres en vue d'éviter les couplages parasites électriques ou magnétiques et enfin à la nature et aux caractéristiques de la source d'alimentation. Cette dernière, même si elle n'est pas à sécurité intrinsèque, forme un ensemble avec l'appareil ou le circuit à S I.

Il en résulte, dès lors, que toute modification de l'appareil, de ses circuits extérieurs associés ou de sa source d'alimentation prévue lors de l'agréation, est à proscrire.

On ne peut effectuer de couplage électrique ou magnétique de circuits à S I avec d'autres, qu'ils soient à S I ou non.

De même, on ne peut coupler plusieurs appareils à sécurité intrinsèque ni plusieurs sorties d'un même appareil.

Seul le constructeur est à même d'effectuer correctement une réparation d'un appareil ou circuit à sécurité intrinsèque, à part le remplacement d'élé-

I. Intrinsiek veilig materieel (SI).

A. *Intrinsiek veilig materieel van de 1e en de 2e categorie.*

Verschillende van de navolgende aanbevelingen werden overgenomen van de technische nota Too2 van het B.E.C.

Wij hebben in hoofdstuk II gezien dat de intrinsieke veiligheid van een keten of een toestel voor een bepaald gas in nauw verband staat met de elektrische karakteristieken, met de betrouwbaarheid van de geleiders en materialen die bij de bouw aangewend worden, met de onderlinge schikking van de geleiders waardoor elektrische of magnetische parasietcontacten moeten vermeden worden, en tenslotte met de aard en de kenmerken van de voedingsbron. Zelfs wanneer deze laatste niet intrinsiek is vormt ze een geheel met het intrinsiek veilige toestel of de intrinsiek veilige keten.

Daaruit volgt dat elke wijziging van het toestel, van zijn bijhorende uitwendige ketens of van zijn voedingsbron, zoals dit was bij de aanneming, verboden is.

Men mag geen elektrische of magnetische ketens koppelen met andere, of die andere intrinsiek veilig zijn of niet.

Evenzo mag men verschillende intrinsiek veilige toestellen niet koppelen, evenmin als verschillende uitgangen van éénzelfde toestel.

Alleen de constructeur is in staat een toestel of keten met intrinsieke veiligheid behoorlijk te herstellen, tenzij het gaat om het vervangen van ver-

ments interchangeables (lampes, modules, fusibles) par d'autres, de caractéristiques identiques.

Un appareil ou circuit à S I n'est valable que vis-à-vis de l'atmosphère gazeuse pour laquelle il a été prévu.

Des précautions sont à prendre pour éviter les inductions parasites dans les circuits extérieurs, dues, par exemple, au voisinage de conducteurs de puissance.

Les éléments de protection des circuits à S I sont à contrôler suivant les indications du paragraphe 5.2.2.4. de la norme NBN 683.

B. *Recommandations supplémentaires pour le matériel à S I de 1ère catégorie (S I 1).*

On évitera que les circuits extérieurs fassent partie de câbles dont d'autres conducteurs ne seraient pas à S I 1.

En cas d'alimentation à partir d'un réseau qui n'est pas à sécurité intrinsèque, il convient que ce réseau soit isolé de la masse et pourvu d'un dispositif mettant le circuit à S I hors tension en cas de mise à la masse accidentelle d'un conducteur de ce réseau.

II. Matériel de sécurité par enveloppe antidéflagrante.

A. *Marquage.*

La qualité antidéflagrante doit être attestée par la présence, sur l'appareil, d'une plaque signalétique (parfois remplacée par une inscription gravée) mentionnant le caractère antidéflagrant (groupe de gaz, classe d'enveloppe ...) et les caractéristiques électriques essentielles du matériel contenu (intensité, tension, puissance nominales,...).

Il est utile et souhaitable que l'utilisateur se procure une copie du certificat d'agréation ou de conformité à la norme, ce document lui donnant tous les éléments nécessaires pour une bonne utilisation du matériel.

A défaut de marquage, l'appareil doit être déclassé.

B. *Robustesse de l'enveloppe.*

L'enveloppe est de construction robuste, mais doit rester intacte au cours de son utilisation.

Une enveloppe qui serait fêlée à la suite d'un choc mécanique, ou dont un des éléments conditionnant la sécurité serait détérioré, est à déclasser. Ces éléments sont le bon état des boîtiers, couvercles, joints, interstices de joints plats et d'axes, trous

wisselbare elementen (lampen, ketens, smeltveiligheden) door andere met identieke kenmerken.

Een toestel of keten met intrinsieke veiligheid is alleen maar geschikt voor de atmosfeer waarvoor het of hij gemaakt is.

Voorzorgen moeten genomen worden tegen de inductie van parasieten in de uitwendige ketens, bij voorbeeld in de nabijheid van krachtkabels.

De beschermingselementen van intrinsiek veilige ketens moeten gecontroleerd worden volgens de aanduidingen van paragraaf 5.2.2.4. van de norm NBN 683.

B. *Bijkomende aanbevelingen voor het intrinsiek veilige materieel van de 1ste kategorie (S I 1).*

De uitwendige ketens mogen niet deel uitmaken van kabels waarvan andere geleiders niet intrinsiek veilig zijn, van 1e kategorie.

Gebeurt de voeding uit een net dat niet intrinsiek veilig is, dan moet dat net van de massa geïsoleerd worden en voorzien van een apparaat waardoor de intrinsiek veilige keten buiten spanning gebracht wordt wanneer een geleider van bedoeld net toevallig met de massa in aanraking komt.

II. Veiligheidsmaterieel met ontploffingsvast omhulsel.

A. *Het merken.*

De karakteristiek « ontploffingsvast » moet blijken door de aanwezigheid op het toestel van een kernplaatje (soms vervangen door een gegraveerd opschrift) met vermelding van de kenmerken van ontploffingsvastheid (gasgroep, klasse van het omhulsel...) en de voornaamste elektrische karakteristieken van het erin opgeborgen materieel (stroomsterkte, spanning, nominaal vermogen,...)

Het is nuttig en wenselijk voor de gebruiker te beschikken over een copie van het aannemingsbesluit of het getuigschrift van gelijkvormigheid met de norm, vermits dit document hem alle gewenste inlichtingen geeft met het oog op een goed gebruik van het materieel.

Ontbreekt het kenmerk, dan moet het toestel worden afgekeurd.

B. *Stevigheid van het omhulsel.*

Het omhulsel is stevig gemaakt doch het moet ook tijdens het gebruik in goede staat blijven.

Een omhulsels dat tijdens het gebruik een barst heeft opgelopen of waarvan één der elementen waarvan de veiligheid afhangt zou beschadigd zijn, moet worden afgekeurd. Zo bijvoorbeeld de goede staat van de kast, het deksel, de voegen, de vulling van platte voegen en assen, schroefgaten, kabelin-

de vis, entrées de câbles. La figure 23 montre un exemple de couvercle ébréché qui est à rebuter.

Afin d'éviter tout risque de réutilisation d'une enveloppe déclassée dans un endroit où peut régner une atmosphère explosive, il est à conseiller d'enlever le marquage de cette enveloppe et d'en souligner le déclassement par une marque spéciale indélébile et bien connue du personnel.

gangen. Fig. 33 geeft een voorbeeld van een afgebrokkeld deksel dat moet afgekeurd worden.

Wil men in elk geval voorkomen dat een afgekeurd omhulsel opnieuw zou gebruikt worden op een plaats waar een ontplofbaar midden te vrezen is, dan doet men er best aan het merkplaatje van dit omhulsel weg te nemen en te kennen te geven dat het afgekeurd werd door middel van een speciaal kenteken dat onuitwisbaar is en waarvan het personeel de betekenis goed kent.

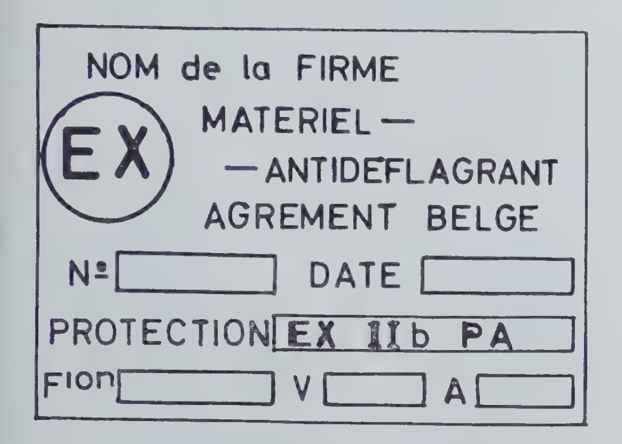


Fig. 31.

Plaque signalétique ordinaire (I.N.M.)

Gewoon kenplaatje (N.M.I.)



Fig. 32.

Marquage CEBEC.

Merk CEBEC.

C. *Joints.*

Le joint est l'espace libre compris entre les surfaces d'assemblage de l'enveloppe. On distingue :

1. *Joint plat* entre le boîtier et son couvercle.

La sécurité est assurée par les qualités suivantes :

a) Longueur du joint : c'est la distance L la plus courte mesurée de l'intérieur à l'extérieur de l'enveloppe (fig. 32).

La longueur que doit présenter le joint est fixée par la norme en fonction du volume interne de l'appareil et du groupe de gaz vis-à-vis duquel l'enveloppe est prévue.



Fig. 33.

C. *Voegen.*

De voeg is de vrije ruimte tussen de montagevlakken van het omhulsel ; men onderscheidt volgende soorten :

1. *Vlakke voeg : tussen de kast en het deksel.*

De veiligheid steunt op de volgende eigenschappen :

a) Lengte van de voeg : het is de kortste afstand L gemeten van de binnenkant tot de buitenkant van het omhulsel (fig. 32).

De lengte die een voeg moet hebben wordt door de norm bepaald in functie van het inwendige volume van het toestel en de gasgroep waartegen het omhulsel veilig is.

Hoe de lengte L in de verschillende gevallen moet gemeten worden blijkt uit de figuren 34 tot 37 die uit de norm zijn overgenomen.

b) Wanneer in de voeg openingen voorkomen voor de schroeven of bouten waarmee het deksel bevestigd wordt, moet er tegenover deze opening een voeglengte 1 blijven bestaan tussen de opening en de binnen- of de buitenboord van de voeg.

Ook dat wordt duidelijk gemaakt in de voorafgaande figuren.

2. *Voeg met schroefdraad* (fig. 38).

Deze voeg moet door minstens 5 draadringen gevormd worden en de totale lengte daarvan moet minstens 8 mm bedragen.

Cette longueur L se mesure, dans les différents cas, comme le montrent les figures 34 à 37 extraites de la norme.

b) Lorsque des trous, destinés à recevoir des vis ou des boulons de serrage du couvercle, traversent la surface du joint, il doit subsister une longueur de joint *l* à l'endroit du trou, entre celui-ci et le bord intérieur ou extérieur de l'enveloppe.

Ceci est également indiqué aux figures qui précèdent.

2. *Joint fileté* (fig. 38).

Ce joint doit être constitué d'au moins 5 filets en prise sur une longueur d'au moins 8 mm.

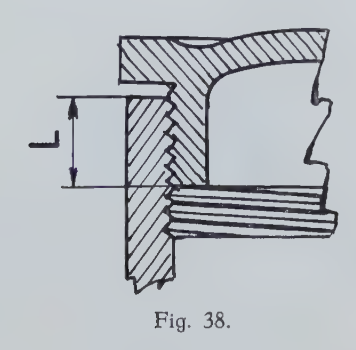


Fig. 38.

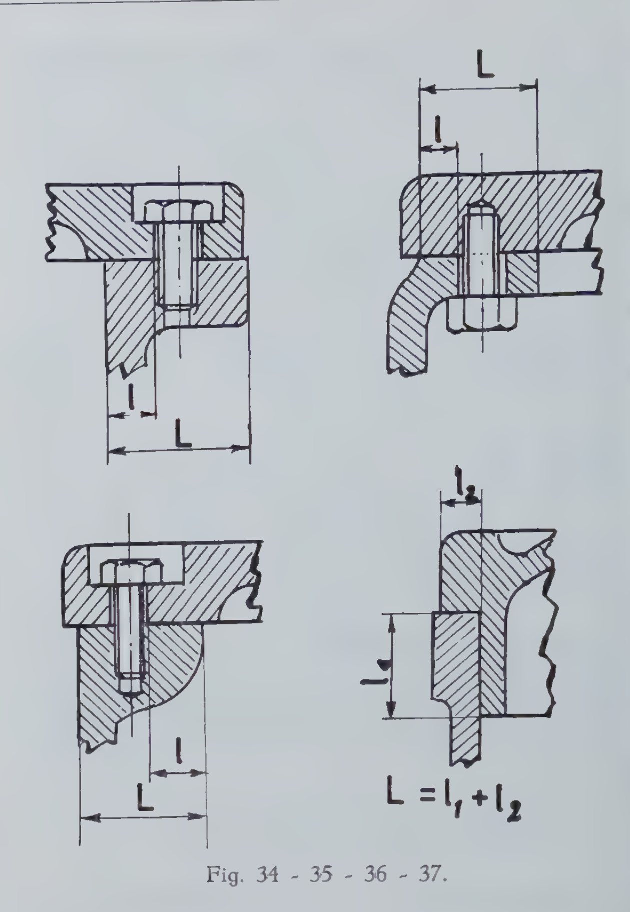


Fig. 34 - 35 - 36 - 37.

3. *Cas de présence d'une garniture.*

Si le joint comporte une garniture assurant l'étanchéité vis-à-vis de l'eau, par exemple, cette garniture n'intervient pas dans la mesure de la longueur L du joint (fig. 39).

4. *Cas de joints cimentés.*

La fixation permanente d'isolateurs, de traversées, de regards, globes, etc... se fait parfois au moyen d'un cimentage répondant aux critères de la norme.

De tels joints cimentés sont à réaliser de préférence par le constructeur uniquement, sinon en s'assurant que les spécifications de la norme sont bien observées. Celles-ci concernent l'inertie chimique et la résistance aux variations de température du produit de cimentage.

5. *Joint cylindrique lisse.*

Les traversées d'axes, d'arbres ou de tiges doivent être de section cylindrique.

Il existe alors un joint le long de la traversée de l'axe ou de l'arbre dans la paroi de l'enveloppe (fig. 40 : cas d'un bouton-poussoir).

Ce type de joint doit présenter une longueur axiale L suffisante, fixée par la norme en fonction du volume de l'enveloppe et du groupe de gaz pour lequel elle est conçue. Cette longueur varie, suivant les cas, entre 6 et 40 mm.

6. *Bagues d'étanchéité des arbres et paliers.*

Ces bagues sont placées principalement dans le cas de machines tournantes.

3. *Aanwezigheid van een voering.*

Wanneer de voeg bij voorbeeld een waterdichte voering bevat wordt deze niet in aanmerking genomen bij het berekenen van de lengte L van de voeg (fig. 39).

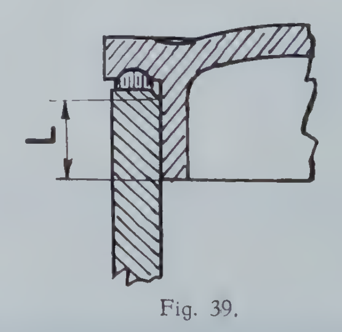


Fig. 39.

4. *Gecementeerde voegen.*

Het bevestigen op duurzame wijze van isolatoren, doorgaande contacten, kijkglazen, vensters en dgl. vergt soms het gebruik van cement volgens de norm.

Best is dat deze gecementeerde voegen enkel door de fabrikant gemaakt worden ; in elk geval moet men er zich van verzekeren dat de norm in al haar bepalingen goed wordt nageleefd. Deze bepalingen hebben betrekking op de scheikundige bestendigheid en de weerstand tegen temperatuurschommelingen van het cement.

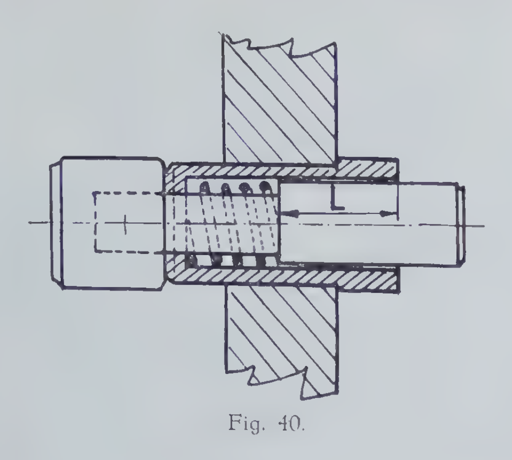


Fig. 40.

a) *Bague ordinaire.*

La longueur du joint L est comptée sans tenir compte des gorges de retenue de graisse (fig. 41).

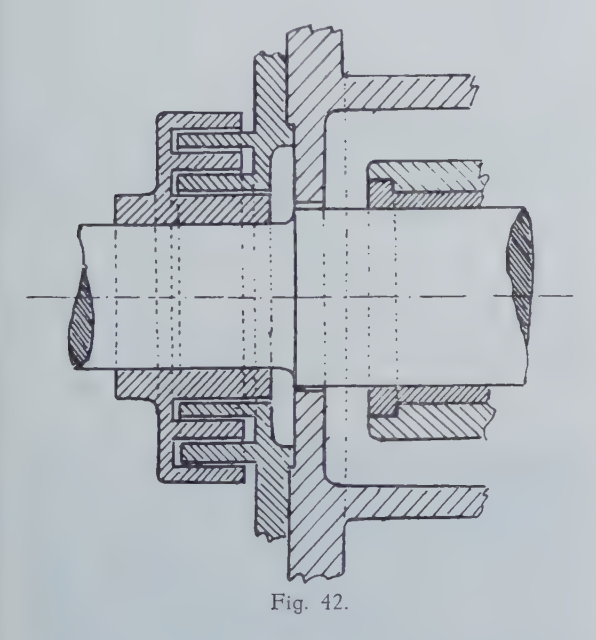


Fig. 42.

b) *Bague à labyrinthe* (fig. 42).

La longueur suffisante du joint est vérifiée expérimentalement dans chaque cas par l'I.N.M.

Une telle bague ne peut donc être remplacée que par une autre absolument identique.

D. *Interstices de sécurité.*

L'interstice est la distance I la plus courte entre les deux surfaces d'assemblage d'un joint plat (fig. 43). Dans le cas d'un joint cylindrique, c'est le « jeu diamétral » (fig. 44), c'est-à-dire la différence D entre le diamètre du fourreau de l'enveloppe et celui de l'axe ou de la tige qui la traverse.

1) *Interstice de joint plat.*

a) Les surfaces à assembler doivent être aussi planes que possible. Cette qualité se vérifie en pla-

5. *Gladde cilindrische voeg.*

De doorlaatopeningen van assen, bomen en stangen moeten een cilindrische sectie hebben.

In dat geval bestaat er een voeg langsheen de opening voor de as of de boom in de wand van het omhulsel (fig. 40 : de drukknop).

Dit type van voeg moet een voldoende axiale lengte L hebben, die vastgelegd wordt door de norm in functie van het volume van het omhulsel en de gasgroep waarvoor het veilig is. Naargelang van het geval kan deze lengte varieren van 6 tot 40 mm.

6. *Dichtingsringen van assen en kussenblokken.*

Deze ringen komen vooral bij draaiende toestellen voor.

a) *De gewone ring.*

Bij de berekening van de lengte van de voeg L wordt geen rekening gehouden met de smeergroeven (fig. 41).

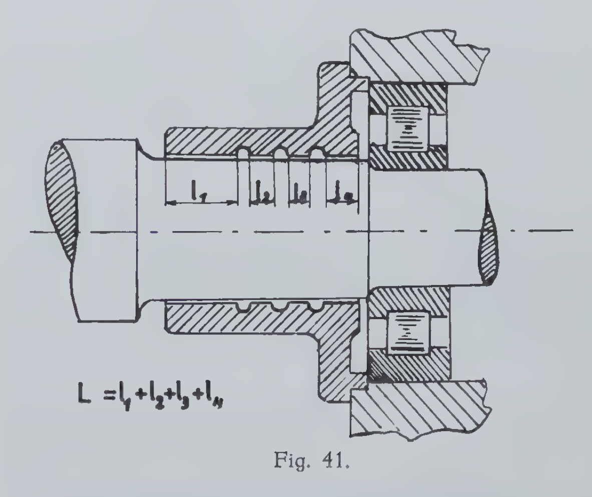


Fig. 41.

b) *Labyrintring* (fig . 42).

Of de lengte van de voeg volstaat wordt in ieder afzonderlijk geval proefondervindelijk nagegaan door het N.M.I.

Het gevolg hiervan is dat een dergelijke ring enkel door een identieke ring kan vervangen worden.

D. *Veiligheidsspleten.*

De veiligheidsspleet is de kortste afstand I tussen de twee samenstellende vlakken van een vlakke voeg (fig. 43). Voor een cilindrische voeg is het de « diametrale speling » (fig. 44), dit wil zeggen het verschil D tussen de doormeter van de boring in het omhulsel en de doormeter van de as of de stang die erdoorheen steekt.

1) *Spleet bij de vlakke voeg.*

a) De samen te voegen oppervlakken moeten zo vlak mogelijk zijn. Om dit na te gaan plaatst men

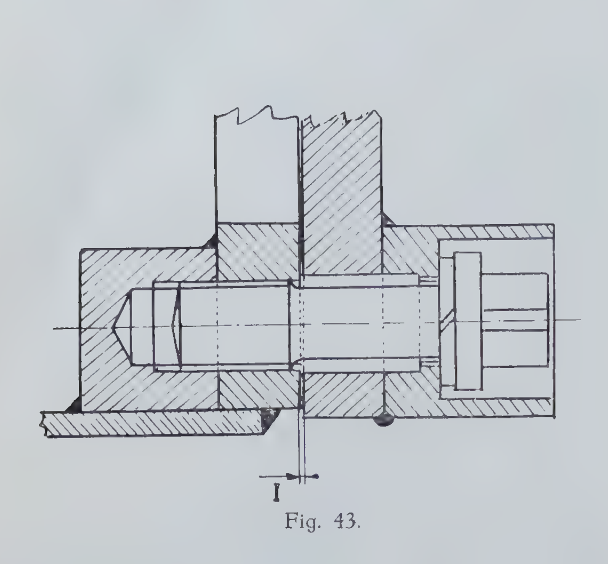


Fig. 43.

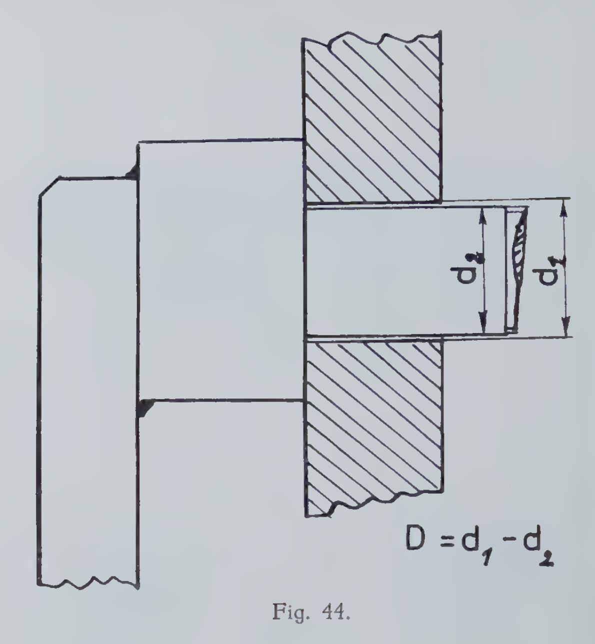


Fig. 44.

çant chaque surface constituant le joint à plat sur un « marbre » (fig. 45) ou, lorsque la pièce est trop lourde, en disposant une « règle de contrôle » contre la surface à vérifier (fig. 46). Une jauge d'épaisseur permet de mesurer la valeur maxima de l'interstice entre la surface et le marbre ou la règle. Comme l'interstice réel existe en réalité entre deux surfaces d'assemblage, il faut additionner les valeurs des interstices mesurées pour chacune d'elles.

elk oppervlak dat van de voeg deel uitmaakt tegen een marmeren plaat (fig. 45) ; is het stuk te zwaar, dan houdt men een « controlelat » tegen het te controleren oppervlak (fig. 46). Met een meetplaatje wordt de maximale afstand tussen het oppervlak en de marmeren plaat of de regel gemeten. Vermits de opening in werkelijkheid tussen twee samen te voegen platen bestaat moet men de voor beide bepaalde openingen samentellen.

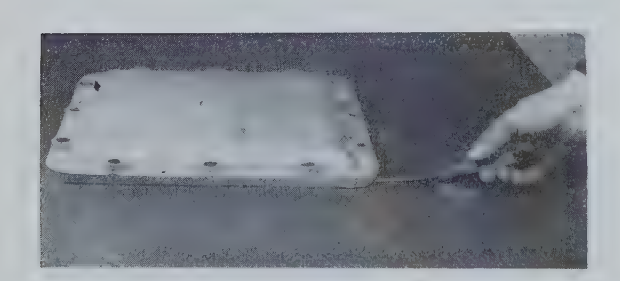


Fig. 45.



Fig. 46.

b) Valeur de l'interstice.

La valeur maxima tolérée de l'interstice est indiquée dans la norme en fonction :

— de la longueur de joint, sans tenir compte des trous de vis ;

— du volume interne de l'enveloppe ;

— du groupe de gaz ou du gaz considéré.

b) Waarde van de spleet.

De hoogste toegelaten waarde voor deze spleet wordt door de norm opgegeven in functie van

— de lengte van de voeg, waarbij met de schroefopeningen geen rekening wordt gehouden

— het inwendige volume van het omhulsel

— het betreffende gas of de betreffende gasgroep

Exemples / Voorbeeld	Volume	Longueur du joint / Voeglengte	Interstice / Opening
groupe I : (méthane ou grisou) groep I (methaan of mijngas)	> 2000 cm^3	12,5 mm	0,4 mm
groupe IIb : groep IIb	> 2000 cm^3	12,5 mm	0,15 mm
groupe IIc : groep IIc	à déterminer expérimentalement dans chaque cas. proefondervindelijk te bepalen in elk geval.		

2) *Jeu diamétral.*

La valeur de ce jeu est donnée par la norme suivant les mêmes critères que pour le joint plat avec, en outre, des valeurs différentes selon qu'il s'agit d'axes de manoeuvre, d'arbres dans des paliers lisses ou d'arbres dans des paliers à billes ou à rouleaux.

Lors des travaux d'entretien, il convient de vérifier qu'à la suite de l'usure, les tolérances de la norme sont toujours bien observées.

3) *Propreté des interstices des joints.*

A l'occasion des visites de routine et des travaux d'entretien, il convient de nettoyer convenablement les surfaces d'assemblage des joints. La présence de cambouis ou d'amas de poussières dans les joints, par exemple, peut être cause que la pression d'une explosion interne due à l'inflammation du mélange gazeux dépasse la valeur de la pression prévue par le constructeur.

E. *Trous de vis et de boulons.*

Il s'agit des trous servant à l'assemblage des couvercles sur le corps principal de l'enveloppe ou à l'assemblage d'enveloppes entre elles.

Ces trous doivent être borgnes ou déboucher à l'extérieur de l'enveloppe (fig. 47 et 48).

2) *Diametrale speling.*

De waarde van deze speling wordt door de norm vastgesteld volgens dezelfde criteriums als voor de vlakke voeg en bovendien bestaan er verschillen naargelang het gaat over bedieningshandels, over assen in gladde lagers of over assen in kogel- of rollagers.

Tijdens het onderhoudswerk moet men erop letten of de tolerantie van de norm door sleet niet werd overschreden.

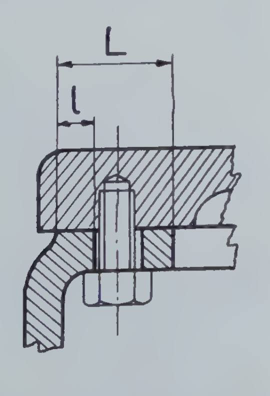
3) *Zuiverheid van de spleten tussen de voegen.*

Bij elk gewoon onderzoek en onderhoudswerk moet men de montagevlakken van de voegen behoorlijk reinigen. Vet en stof in de voeg kunnen er oorzaak van zijn dat de druk van een inwendige ontploffing als gevolg van de ontvlamming van het gasmengsel boven de door de bouwer voorziene waarde stijgt.

E. *Openingen voor schroeven en bouten.*

Het gaat om openingen voor het verbinden van het deksel op het lichaam van het omhulsel of voor het verbinden van omhulsels met elkaar.

Deze openingen moeten blind zijn of buiten het omhulsel uitmonden (fig. 47 en 48).



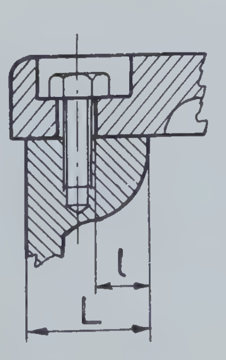


Fig. 47 et 48.

Il ne faut pas, en effet, que l'absence d'une vis permette une communication directe entre l'atmosphère interne de l'enveloppe et le milieu extérieur.

Le fond borgne du trou doit présenter une épaisseur minima donnée par la norme.

F. *Vis et boulons.*

Les vis d'assemblage se trouvant à l'extérieur de l'enveloppe doivent être du type « à tête protégée », c'est-à-dire à tête encastrée dans l'enveloppe ou dans des coupelles saillantes, afin de nécessiter, pour l'ouverture, l'usage d'un outil spécial dont seul le personnel qualifié dispose (fig. 49).

Lors des visites, il convient de s'assurer qu'aucune vis ne manque, en particulier sur les parois arrière des appareils, qui sont habituellement moins surveillées.



Fig. 49.

Les vis doivent présenter une longueur telle qu'elles puissent être serrées à fond sans interposition d'une rondelle et sans pour autant buter contre le fond du trou. Lorsque les vis sont à remplacer, il faut donc prendre la précaution d'en utiliser de longueurs semblables. Cette précaution est essentielle afin de ne pas compromettre le caractère antidéflagrant de l'enveloppe : en effet, en l'absence de la rondelle, la vis trop longue ne serrerait pas le couvercle à fond et permettrait un interstice trop grand.

G. *Appareils à plusieurs compartiments.*

Dans ce cas, il faut savoir que chaque compartiment forme un boîtier antidéflagrant par lui-même, mais que cette qualité peut être perdue dans le cas où une communication, non prévue par le constructeur et de faible ouverture, serait établie entre deux compartiments voisins, par exemple par le forage d'un trou ou par une traversée non étanche.

Dans ce cas, en effet, l'inflammation se produisant dans un compartiment mettrait l'autre en sur-

Men moet namelijk vermijden dat het ontbreken van een vijs zou voor gevolg hebben dat er een rechtstreekse verbinding ontstaat tussen de inwendige atmosfeer van het omhulsel en de uitwendige atmosfeer.

Het blind gedeelte van het gat heeft een bodem, waarvan de dikte moet voldoen aan de minimum dikte gegeven door de norm.

F. *Schroeven en bouten.*

Verbindingsschroeven buiten het omhulsel moeten een « speciale kop » hebben, dit wil zeggen een kop die verdoken zit in het omhulsel of in een uitspringende wal, zodat men voor het losmaken een speciaal werktuig nodig heeft dat enkel in het bezit is van het gespecialiseerd personeel (fig. 49).

Bij schouwingen moet men er zich van vergewissen dat er geen enkele schroef ontbreekt, vooral aan de achterkant van de toestellen waar het toezicht meestal minder scherp is.

De schroeven moeten juist zo lang zijn dat ze zonder gebruik van ringen kunnen aangespannen worden, zonder evenwel tegen de bodem van het gat te komen. Indien de schroeven moeten vervangen worden, moet men er dus voor zorgen dat de nieuwe dezelfde lengte hebben. Deze voorzorg is nodig zo men een ontploffingsvast omhulsel wil houden : indien de ring zou ontbreken zou de te lange schroef het deksel immers niet volledig aandrukken en er zou een te grote opening ontstaan.

G. *Toestellen met verschillende vakken.*

In dit geval is het zo dat elk vak op zichzelf een ontploffingsvast omhulsel vormt,maar dat deze eigenschap kan verloren gaan wanneer er tussen twee naburige vakken een verbinding ontstaat die door de bouwer niet gemaakt werd en die van kleine afmetingen is, zoals bij voorbeeld een boring of een slecht afgedichte doorgang.

In dat geval zou een ontvlamming in één vak immers ook het andere vak onder overdruk zetten nog voor er een ontvlamming in plaats vindt en de ontploffingsdruk die daarop in het tweede vak optreedt zou 4 tot 5 maal hoger kunnen zijn dan de door de bouwer verwachte druk, zodat er gevaar bestaat voor ontploffing van het toestel.

H. *Klemmenkasten en kabelingangen.*

De buitenkring kan enkel dan rechtstreeks op het toestel in het omhulsel aangekoppeld worden wanneer de inhoud van het omhulsel minder bedraagt dan 2 liter en wanneer het toestel in normaal bedrijf geen vonken voortbrengt.

In al de andere gevallen moet het aankoppelen gebeuren met behulp van een klemmenkast die zelf ontploffingsvast gemaakt is.

pression avant qu'il ne s'enflamme à son tour et la pression d'explosion qui en résulterait dans ce dernier pourrait atteindre 4 à 5 fois la pression prévue par le constructeur, d'où danger d'explosion du coffret.

H. *Boîtes à bornes et entrées de câbles.*

Le raccordement du circuit extérieur ne peut se faire directement à l'appareillage contenu dans l'enveloppe que lorsque celle-ci a un volume inférieur à 2 litres et que l'appareil ne produit pas d'étincelle en fonctionnement normal.

Dans tous les autres cas, le raccordement doit se faire par l'intermédiaire d'une boîte à bornes, de construction elle-même antidéflagrante.

Le passage des conducteurs de la boîte à bornes au compartiment principal, ainsi qu'entre compartiments de l'enveloppe, doit se faire par l'intermédiaire de « traversées isolantes » de type antidéflagrant (fig. 50).

L'entrée de câble est un dispositif qui empêche que toute traction extérieure sur le câble ne se transmette aux connections et arrache celles-ci, voire même le câble.

Il en existe de trois types principaux :

1) Pour câble armé au moyen de fils (fig. 51).
2) Pour câble armé au moyen de feuillards (fig. 52).
3) Pour câble souple (fig. 53).

Le principe consiste dans le serrage des fils, des feuillards ou de l'enveloppe souple.

Il arrive aussi que le serrage du câble souple se fasse au moyen d'un carcan extérieur supplémentaire (fig. 54).

Dans tous les cas, il est essentiel que le diamètre du câble soit approprié à celui de l'entrée de câble. Les tolérances d'interstice et de longueur du joint sont, dans ce cas, les mêmes que pour les tiges en axes de manoeuvre.

I. *Fiches et prolongateurs.*

Lorsque le raccordement au coffret se fait par fiche, celle-ci doit former avec le coffret un joint antidéflagrant. Il en est de même pour un prolongateur (raccordement de deux fiches entre elles).

Il est très important que la connexion ou l'ouverture soit effectuée hors tension pour éviter l'allumage, par l'étincelle de contact ou de rupture, de l'atmosphère éventuellement explosive extérieure.

Certaines fiches possèdent un dispositif de mise hors tension automatique, au moyen de fils pilotes, dont la coupure s'effectue la première et provoque,

Voor de doorgang van de geleiders van de klemmenkast naar het hoofdvak, en van het ene vak naar het andere, moet men gebruik maken van « geisoleerde doorgangen » van een ontploffingsvast type (fig. 50).

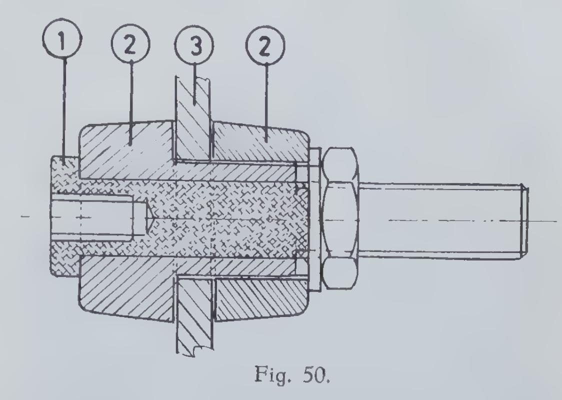


Fig. 50.

1 : conducteur — geleider
2 : isolant — isolatie
3 : coffret — omhulsel.

De kabelingang dient om te beletten dat een uitwendige trekkracht op de kabel zich zou overplanten op de aankoppelingen en deze laatste of de kabel zelf losrukken.

Er bestaan in hoofdzaak drie typen :

1) Voor een kabel met bewapening in draden (fig. 51).

2) Voor een kabel met bewapening in bladen (fig. 52).

3) Voor een soepele kabel (fig. 53).

Het princiep bestaat in het klemmen van de draden, de bladbewapening of de soepele huls.

Het is ook mogelijk dat de soepele kabel wordt geklemd door een bijkomende uitwendige beugel (fig. 54).

In elk geval is het van groot belang dat de doormeter van de kabel zou aangepast zijn aan die van de kabelingang. De toleranties voor de spleetopening en de lengte van de voegen zijn in dat geval dezelfde als voor stangen en bedieningshefbomen.

I. *Steekcontacten en verlengstukken.*

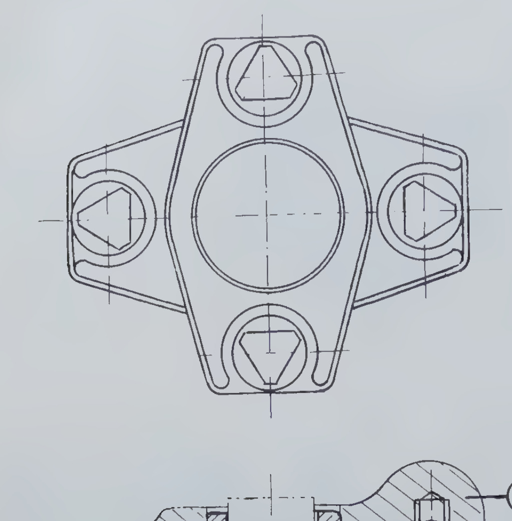
Wanneer de aankoppeling met behulp van een steekcontact gebeurt moet dit laatste met het omhulsel een ontploffingsvaste voeg vormen (hetzelfde geldt voor een verlengstuk (verbinding tussen twee steekcontacten).

Het is van het grootste belang dat het sluiten of openen van de verbinding gebeurt buiten spanning, zodat een eventueel aanwezige ontplofbare buitenatmosfeer niet door contact- of verbrekingsvonken zou kunnen ontvlammen.

Sommige steekcontacten sluiten de spanning automatisch af met behulp van stuurkabels, die zelf het eerst onderbroken worden en die op hetzelfde

par l'intermédiaire d'un relais, le déclenchement de la tension sur les conducteurs de phase, avant que la manoeuvre d'ouverture n'ait fait perdre au joint son caractère antidéflagrant.

ogenblik met behulp van relais de fazegeleiders stroomloos maken nog voor het verder openen een einde stelt aan het ontploffingsvast karakter van de voeg.



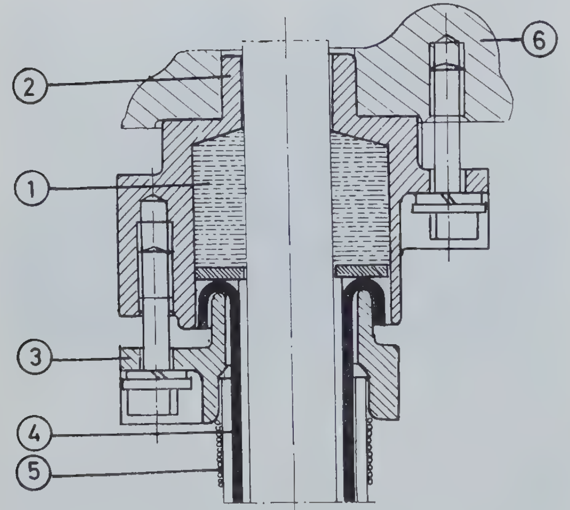


Fig. 51.

1 : bourrage à la laine de plomb — opstopping met loodwol
2 : entrée de câble — kabelingang
3 : presse-étoupe — klem
4 : armure de câble — kabelbewapening
5 : fil de sertissage — binddraad
6 : coffret — omhulsel.



Fig. 54.

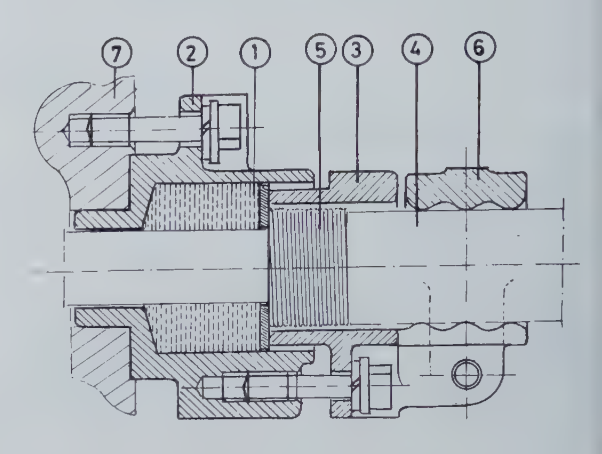


Fig. 52.

1 : bourrage à la laine de plomb — opstopping met loodwol

2 : entrée de câble — kabelingang

3 : presse-étoupe — klem

4 : feuillard — bladbewapening

5 : sertissage du feuillard — het binden van de bladbewapening

6 : collier de serrage — klemkraag

7 : coffret — omhulsel.

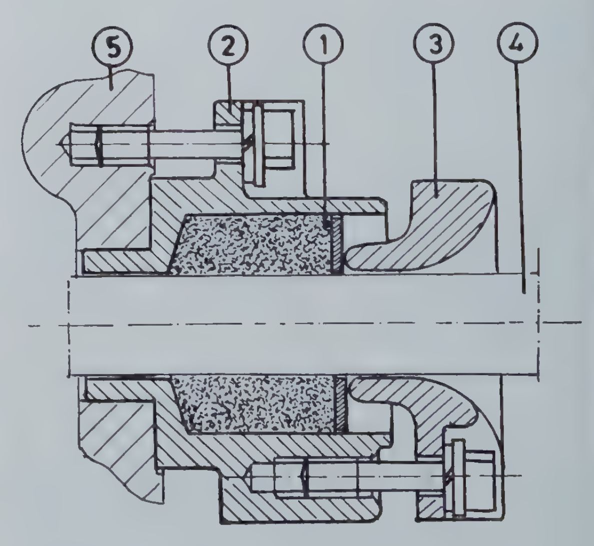


Fig. 53.

1 : bourrage en caoutchouc ou néoprène — opstopping in gummi of neopreen

2 : entrée de câble — kabelingang

3 : presse-étoupe — klem

4 : câble soupe — soepele kabel

5 : coffret — omhulsel.

Il est recommandable, de toute façon, que l'ouverture des fiches et prolongateurs ait lieu à l'intervention seule du personnel compétent. C'est pour éviter que cette ouverture ne soit effectuée intempestivement par du personnel non qualifié que les fiches récentes sont pourvues d'une vis à tête noyée qui bloque l'ouverture et nécessite un outil spécial pour la libérer. Cette vis de sécurité est requise notamment lorsque la fiche ne comporte pas de dispositif à fils pilotes verrouillant la manoeuvre de séparation.

In elk geval verdient het aanbeveling het openen en sluiten van steekcontacten en verlengcontacten alleen door bevoegde personen te laten uitvoeren. Juist om te voorkomen dat het openen ontijdig door onbevoegden zou gebeuren, dragen de recente steekcontacten een bout met verzonken kop die het openen belet en die slechts met een speciaal gereedschap kan worden vrijgemaakt. Deze veiligheidsschroeven zijn immers vereist voornamelijk wanneer de stuurkabel er niet is om de scheiding te vergrendelen.

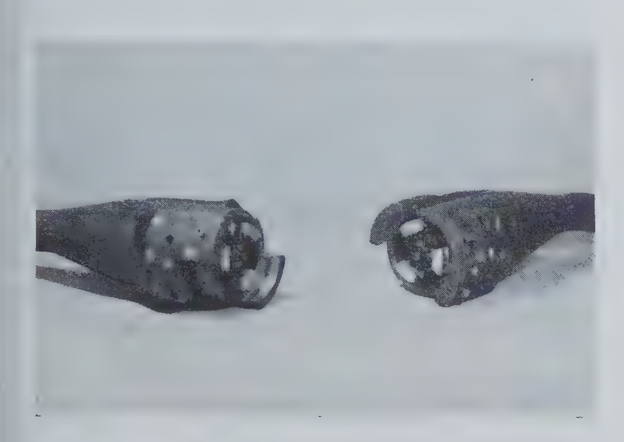


Fig. 55.
Fiche ouverte
Open steekcontact.



Fig. 56.
Fiche fermée
Gesloten steekcontact.

J. *Regards et verres protecteurs.*

Il existe deux sortes de regards :

— scellés au moyen d'un ciment spécial dans une monture métallique indépendante de l'enveloppe (fig. 57).
— non scellés et placés dans une monture (fig. 58) ou directement sur l'enveloppe (fig. 59, 60).

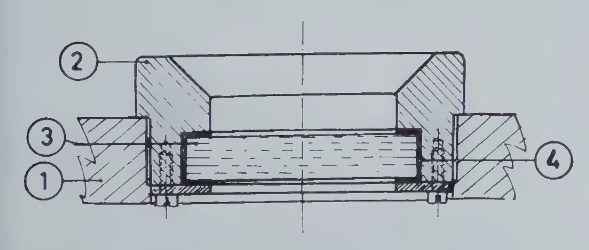


Fig. 57.

1 : coffret — koffer
2 : monture — raam
3 : verre — glas
4 : ciment — cement

Dans tous les cas, les joints entre le voyant et la monture ou l'enveloppe doivent présenter des caractéristiques antidéflagrantes au point de vue longueur et interstice.

Il en est de même pour les globes et les hublots d'éclairage.

J. *Kijkglazen en beschermingsglazen.*

Er bestaan twee soorten van kijkglazen :

— ofwel zijn ze met behulp van een speciaal cement ingemetseld in een metalen raam dat onafhankelijk is van het omhulsel (fig. 57) ;
— ofwel zijn ze niet ingemetseld en staan ze in een raam (fig. 58) of rechtstreeks op het omhulsel (fig. 59,60).

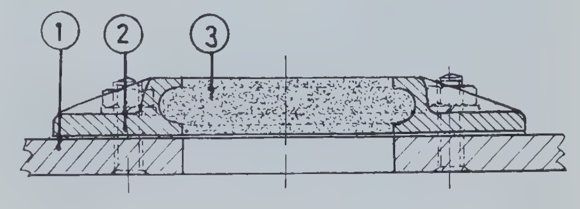


Fig. 58.

1 : coffret — koffer
2 : monture — raam
3 : plexiglas.

In elk geval moeten de voegen tussen het kijkglas en het raam of het omhulsel beantwoorden aan de vereisten inzake lengte en opening, om ontploffingsvast te zijn.

Hetzelfde geldt voor de bolle en vlakke glazen van de lampen.

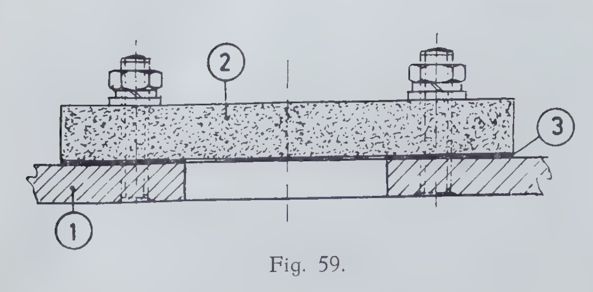


Fig. 59.

1 : coffret — koffer
2 : plexiglas
3 : plomb — lood.

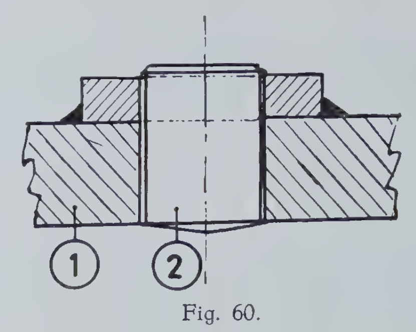


Fig. 60.

1 : coffret — koffer
2 : plexiglas vissé — geschroefd plexiglas.

Les globes et regards doivent présenter une résistance mécanique suffisante, attestée par des essais conformes à la norme.

Lorsque la surface dépasse 50 cm^2 et n'est pas protégée, le regard ou le globe doit avoir satisfait, en outre, à un essai d'agréation spécial.

K. *Alliages légers.*

Les alliages à base d'aluminium sont évités pour les joints antidéflagrants des enveloppes contenant des appareils produisant des arcs en service normal.

En ce qui concerne les mines, il existe des prescriptions spéciales données plus loin.

Il est cependant utile d'attirer l'attention sur le fait que des étincelles de simple friction d'un outil en fer, en acier ou en fonte, sur un boîtier en alliage léger, sont susceptibles d'enflammer une atmosphère gazeuse explosive.

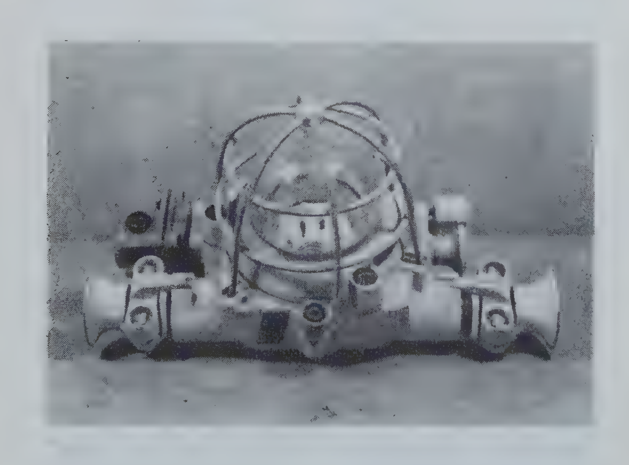


Fig. 61.

Lampe avec globe et sa grille de protection.

Lamp met bolglas en beschermend rooster.

L. *Machines tournantes.*

Des jeux minima entre parties fixes et tournantes sont fixés par la norme. Celle-ci tient compte de la nature des matériaux employés.

M. *Locomotives à accumulateurs.*

Les accumulateurs dégagent de l'hydrogène, gaz très explosible. La sécurité est réalisée au moyen

Bolglazen en kijkglazen moeten een voldoende mechanische weerstand hebben en dat moet blijken uit genormaliseerde proeven.

Wanneer de oppervlakte meer dan 50 cm^2 bedraagt en er geen bescherming aanwezig is moet het kijkglas of het bolglas bovendien voldoen aan een bijzondere aannemingsproef.

K. *Lichte legeringen.*

Legeringen op basis van aluminium worden niet gebruikt voor de ontploffingsvaste voegen van omhulsels waarin zich toestellen bevinden die in normaal bedrijf vonken kunnen voortbrengen.

Wat de mijnen betreft geven wij verder de bijzondere voorwaarden.

De aandacht dient evenwel nu reeds erop gevestigd te worden dat vonken die veroorzaakt worden door de wrijving van een ijzeren, stalen of gietijzeren werktuig op een koffer in lichte legeringen, in staat zijn een ontplofbaar gasmengsel te ontsteken.

L. *Draaiende machines.*

De norm legt een minimum speling op tussen de vaste en de draaiende delen. De norm houdt rekening met de aard van het gebruikte materiaal.

M. *Accumulatorlocomotieven.*

De accumulatoren geven waterstof af, een zeer ontplofbaar gas. De veiligheid wordt bekomen met

d'une ventilation au travers d'empilages servant de coupe-flamme.

Leurs caractéristiques sont fixées par agréation. Les empilages doivent être maintenus en parfait état de propreté et leurs interstices rester conformes aux dimensions originelles (fig. 62) ; dans le cas contraire, ils sont à rebuter (fig. 63).

behulp van een luchtstroom doorheen een platenpak dat als vlamgrendel dienst doet.

De kenmerken van deze platenpakken worden door aanneming opgelegd. De pakken moeten volkomen zuiver gehouden worden en de openingen moeten gelijk blijven aan de oorspronkelijke afmetingen (fig. 62) ; is dit niet zo dan moet het pak verwijderd worden (fig. 63).

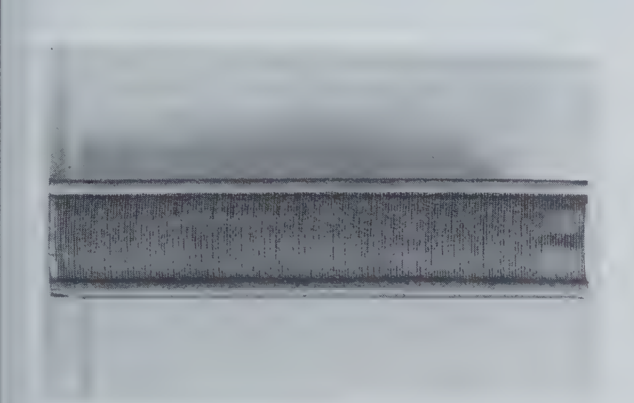


Fig. 62.

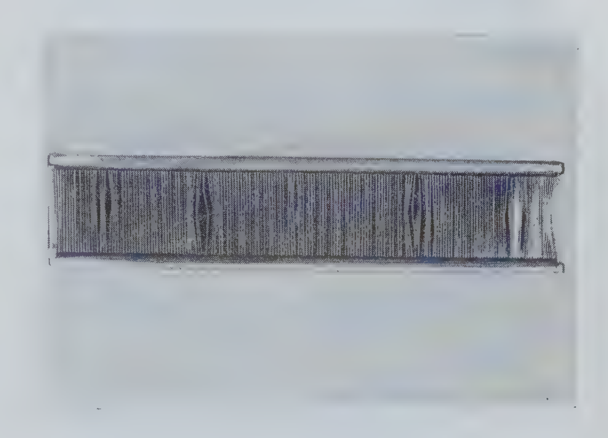


Fig. 63.

Lors de la charge d'une batterie, il importe d'ouvrir le couvercle au début de la charge et de ne le refermer qu'une heure après la fin de la charge, ceci afin de faciliter le dégagement d'hydrogène et d'éviter une accumulation importante de ce gaz. Cette charge est à faire dans un local bien ventilé et exempt d'atmosphère dangereuse.

Bij het laden van een batterij is het van belang het deksel bij het begin van het laden weg te nemen en het slechts een uur na het beëindigen van het laden terug te zetten, zodat de waterstof gemakkelijker weg kan en een ophoping van een belangrijke hoeveelheid van dit gas vermeden wordt. Het laden moet gebeuren in een goed verlucht lokaal waar elke gevaarlijke atmosfeer onmogelijk is.

N. *Protection électrique du matériel antidéflagrant.*

La sécurité des enveloppes antidéflagrantes ne doit pas être compromise par une conception et une utilisation défectueuses de l'installation électrique qu'elles renferment.

Nous attirerons l'attention sur quelques points, notamment, qui ont déjà été à l'origine de mécomptes :

1) Le matériel électrique ne doit pas fonctionner au-delà de la puissance nominale de l'appareil pour lequel l'enveloppe a été prévue. Sinon, il y a risque d'échauffement excessif de celle-ci.

La plupart des coffrets sont équipés d'un ampèremètre. L'électricien s'assurera, lors de ses visites, que l'ampèrage absorbé n'excède pas la valeur du courant nominal.

2) Outre la protection contre les surintensités, une protection est indispensable contre le maintien d'un arc de court-circuit à l'intérieur de l'enveloppe. Bien souvent, l'appareil antidéflagrant est placé en bout de ligne du réseau électrique qui l'alimente

N. *Elektrische bescherming van het ontploffingsvast materieel.*

De veiligheid van de ontploffingsvaste omhulsels mag niet in het gedrang gebracht worden door een slechte opvatting of een verkeerd gebruik van de elektrische inrichtingen die er in zitten.

Wij zullen het hebben over enkele punten die namelijk reeds aanleiding hebben gegeven tot moeilijkheden.

1) Het elektrisch materieel mag niet werken boven het nominaal vermogen van het toestel waarvoor het omhulsel gemaakt is. Zoniet bestaat er gevaar voor een te grote verwarming van het omhulsel.

De meeste koffers hebben een ampèremeter. De elektricien moet bij zijn schouwing toezien dat de opgenomen stroomsterkte niet meer bedraagt dan de nominale waarde.

2) Behalve de bescherming tegen overstroom, is een bescherming vereist tegen het blijven bestaan van een kortsluitboog in het inwendige van het omhulsel. Vaak staat het ontploffingsvaste toestel op

et le court-circuit peut être limité par les impédances d'amont. Il faut que le réseau soit calculé, et les relais de déclenchement des disjoncteurs de protection choisis, de manière qu'un tel arc ne puisse se maintenir et soit coupé en « déclenchement instantané ».

het einde van het elektrisch voedingsnet en kan de kortsluiting beperkt worden door de stroomopwaarts gelegen impedantie. Het net moet zo berekend en de uitschakelrelais van de lastschakelaars moeten zo gekozen worden dat de hoger bedoelde boog niet kan blijven bestaan en door « onmiddellijke uitschakeling » wordt onderbroken.

Fig. 64 toont wat er is overgebleven van een koffer die niet anders bevatte dan een barenstel. Er is een boog ontstaan tussen een faze en de massa, en door ionisatie is deze boog overgeslagen naar een driefazige boog naar de massa. Dit kan gebeuren op enkele tientallen milliseconden en op 500 V



Fig. 64.

La figure 64 montre ce qu'il est advenu d'un coffret ne contenant qu'un jeu de barres. Un arc s'est produit entre une phase et la masse et a dégénéré, par ionisation, en arc triphasé à la masse. Ce phénomène peut ne durer que quelques dizaines de millisecondes et se produire à 500 volts, même lorsque la distance entre phase et enveloppe est de 10 cm. Il entraîne le percement de la paroi du coffret en trois points correspondant aux trois phases. L'appareillage interne, comportant un disjoncteur sous le compartiment à jeu de barres et à l'aval de celui-ci, a été véritablement cuit par la température dégagée.

3) Les fusibles sont à choisir d'un type inexplosible, à haut pouvoir de coupure. Le filament est contenu dans un manchon rempli d'une substance qui absorbe la chaleur dégagée.

Les fusibles fondus doivent être remplacés par d'autres du même type. Il ne faut jamais, sous prétexte de gagner du temps, «ponter» le manchon d'un fusible inexplosible par un fil fusible nu. En cas de fusion de ce dernier dans l'atmosphère interne libre de l'enveloppe, il se produit un échauffement brutal de l'air et une forte pression. En outre, des particules métalliques incandescentes peuvent être projetées à travers les interstices des joints, qui ne sont pas prévus pour cela.

4) Il est recommandé à l'électricien de passer, lors de ses visites, la main sur les enveloppes anti-

zelfs wanneer er tussen het omhulsel en de fazen een afstand is van 10 cm. Het gevolg was dat de wand van de koffer doorboord werd op drie punten overeenkomend met de drie fazen. De inwendige apparatuur, bestaande uit een lastschakelaar gelegen onder het barenstel en stroomafwaarts ervan, werd door de afgegeven warmte letterlijk gebakken.

3) De smeltveiligheden moeten van een ontploffingsvast type zijn en een hoog onderbrekingsvermogen hebben. De gloeidraad zit in een buis die gevuld is met een stof die de ontwikkelde warmte opslorpt.

Doorgeslagen smeltveiligheden moeten vervangen worden door andere van hetzelfde type. Nooit mag men, onder voorwendsel tijd te winnen, over de buis van de ontploffingsvaste smeltveiligheid heen een brug leggen bestaande uit een onbedekte smeltdraad. Wanneer deze laatst in de atmosfeer in het inwendige van het omhulsel vrij opbrandt, ontstaan er een brutale verwarming van de lucht en een sterke drukking. Bovendien kunnen gloeiende metalen deeltjes worden weggeslingerd doorheen de openingen van de voegen, die hier niet voor gemaakt zijn.

4) Het ware goed dat de elektricien tijdens zijn schouwing met de hand over de ontploffingsvaste omhulsels zou gaan om te voelen of er geen abnormale verwarming optreedt in bepaalde punten. Wanneer men de koffer opent (na de spanning te hebben onderbroken) zal men vaak zien dat de

déflagrantes afin de déceler si elles ne comportent pas de point anormalement chaud. A l'ouverture du coffret (hors tension) il apparaîtra bien souvent que l'échauffement est dû à un serrage insuffisant d'une connexion ou à un enfoncement insuffisant d'un fusible dans ses bornes.

5) Protection du matériel électrique contre l'humidité : le risque de défauts d'isolement, susceptibles d'engendrer des arcs, sera réduit en disposant à l'intérieur des enveloppes contenant le matériel électrique des substances hygroscopiques, telles que le silicagel. Celui-ci est à renouveler ou à régénérer périodiquement.

6) Le matériel antidéflagrant sera également plus sûr encore si le réseau électrique est équipé d'un dispositif de contrôle permanent du bon état de l'isolement, agissant en alarme ou en déclenchement automatique dès qu'un défaut d'isolement s'amorce en un endroit quelconque. Ce genre de protection spéciale sera traité plus loin.

7) L'électricien doit être pourvu de matériel de remplacement et des outils adéquats pour le démontage et le remontage des appareils et des enveloppes.

Il faut qu'il prenne le temps voulu pour effectuer correctement son travail.

En matière de sécurité comme d'économie, l'électricité est l'ennemie de l'à peu près.

O. *Entretien et réparation des enveloppes.*

En principe, il est à conseiller de faire effectuer toute réparation par le constructeur. A défaut, un personnel hautement qualifié est susceptible d'effectuer certaines réparations à condition de disposer des normes du C.E.B. et du certificat d'agréation ou de conformité accompagné des plans.

Les services d'entretien trouveront dans ce qui précède des renseignements utiles concernant les points qui exigent d'être pris en considération.

En aucun cas, une enveloppe ne peut être modifiée sans avenant d'agréation.

Lors des travaux d'entretien et de réglage des appareils électriques internes, nécessitant l'ouverture des enveloppes, il est recommandable de couper au préalable le courant, puisque l'enveloppe perd totalement sa sécurité dans ces conditions. A défaut de cette précaution, et dans les limites autorisées par les règlements, l'ouverture sous tension ne devrait jamais se faire que lorsqu'on a la certitude qu'une atmosphère explosive ne règne pas et n'est pas

verwarming het gevolg is van een ontoereikend aanklemmen van een verbinding of van het feit dat er een smeltveiligheid niet diep genoeg in haar klemmen gedrukt werd.

5) Bescherming van het elektrisch materieel tegen de vochtigheid : de kans op isolatiedefecten die bogen kunnen veroorzaken wordt kleiner als men binnen in de omhulsels die elektrisch materieel bevatten een hygroscopische stof neerzet zoals silicagel. Deze stof moet periodisch worden vervangen of terug in haar oorspronkelijke staat gebracht worden.

6) De veiligheid van het ontploffingsvast materieel wordt nog verbeterd door het gebruik van een controletoestel waarmee de goede staat van de isolatie doorlopend wordt getest ; dit toestel moet een alarm doen werken of de automatische uitschakeling veroorzaken zodra een begin van isolatiedefect optreedt in eender welk punt. Verder wordt gehandeld over deze bijzondere vorm van bescherming.

7) De elektricien moet beschikken over wisselstukken en aangepaste werktuigen voor het afbreken en terug opbouwen van de toestellen en hun omhulsels.

Hij moet er zijn tijd voor nemen om dit werk onberispelijk uit te voeren.

Zowel op het gebied van de veiligheid als op dat van de economie is de elektriciteit een vijand van de slordigheid.

O. *Onderhoud en herstelling van de omhulsels.*

In beginsel verdient het aanbeveling elke herstelling te laten uitvoeren door de bouwer. Gaat dit niet, dan kunnen een zeker aantal herstellingen uitgevoerd worden door zeer bekwaam personeel, op voorwaarde dat men beschikt over de normen van het B.E.C. en het getuigschrift van aanneming of eenvormigheid samen met de plans.

In deze documenten vinden de onderhoudsdiensten nuttige inlichtingen betreffende de punten waarop moet gelet worden.

Een omhulsel kan nooit veranderd worden zonder dat er een bijvoegsel bij de aanneming komt.

Wanneer voor het onderhoud of de regeling van de toestellen in het inwendige van het omhulsel dit laatste moet geopend worden, doet men er goed aan de stroom op voorhand af te sluiten, vermits het omhulsel in die omstandigheden geen enkele veiligheid meer biedt. Neemt men deze voorzorg niet, dan mag men, steeds binnen de grenzen die het reglement stelt, het omhulsel enkel dan onder spanning openen wanneer men er zeker van is dat een ontplofbaar midden niet aanwezig is

à craindre à proximité de l'appareil pendant l'opération en cours.

Il est judicieux de vérifier périodiquement le bon fonctionnement des portes servant de couvercles, des verrouillages et des portes à manoeuvre rapide, afin d'éviter que ces dispositifs ne deviennent, à la longue, durs à manoeuvrer et à se replacer dans leur position normale.

III. Matériel de sécurité par surpression interne.

1°) Les dispositifs de protection doivent toujours être en bon état de fonctionnement ; rappelons que ces dispositifs et leurs circuits associés doivent être de sécurité intrinsèque ou de sécurité antidéflagrante, ou encore répondre à tout autre mode de sécurité admis.

2°) Une surpression suffisante, d'au moins 5 mm d'eau, doit être maintenue en permanence dans l'enveloppe, et le courant doit être coupé dès que la pression tombe en dessous de cette valeur.

3°) Lors de l'établissement de la pression, le volume d'air contenu dans l'enveloppe doit être complètement chassé avant que les appareils ne soient mis sous tension ; on considère que le volume d'air est complètement chassé lorsqu'il est passé dans l'enveloppe un volume de fluide égal à 5 fois le volume de l'enveloppe.

4°) Toutes les traversées des parois doivent rester suffisamment étanches pour empêcher une fuite du fluide de surpression.

IV. Matériel de sécurité par isolant pulvérulent.

Le sable, de granulométrie et de qualité appropriées, doit être sec et convenablement tassé lors du remplissage et il est important de s'assurer, à ce moment, ainsi qu'au cours des visites ultérieures, que l'épaisseur de la couche de sable au-dessus des conducteurs est supérieure au maximum prévu pour l'appareil.

L'intensité du courant de court-circuit pouvant se produire dans l'appareil doit être limitée à une valeur inférieure à celle prévue par le constructeur.

V. Matériel de sécurité « e ».

1°) *Réparations.* Lors des réparations, les caractéristiques du matériel ne peuvent, en aucun cas, être modifiées, puisque ce matériel a fait l'objet d'une agréation ou d'un certificat de conformité à la norme. Les clauses de celle-ci doivent être observées.

Il s'ensuit que tout remplacement d'une pièce est à faire par une pièce identique à la pièce d'origine, qu'il s'agisse :

en niet te vrezen is in de nabijheid van het toestel zolang de bewerking duurt.

Het is goed nu en dan de goede werking te controleren van de openingen die als deksel dienen, van de vergrendelingen en van de deuren die gemakkelijk te openen zijn, om te voorkomen dat deze toestellen ten langen laatste moeilijk te bedienen worden en zich niet gemakkelijk terug in hun normale stand plaatsen.

III. Veiligheidsmaterieel met inwendige overdruk.

1°) De beschermingstoestellen moeten altijd in goede staat van werking zijn ; wij herinneren eraan dat deze toestellen en hun bijhorende ketens ofwel intrinsiek veilig ofwel ontploffingsvast moeten zijn of aan andere veiligheidsvoorschriften voldoen

2°) Een voldoende overdruk van minstens 5 mm water moet ononderbroken aanwezig zijn in het omhulsel ; de stroom moet onderbroken worden zodra de overdruk onder bedoelde waarde daalt.

3°) Bij het opkomen van de druk moet de in het toestel aanwezige lucht volledig verdreven worden vooraleer de toestellen onder spanning worden gebracht. Men is van mening dat de lucht volledig verdreven is wanneer door het omhulsel een hoeveelheid lucht gestroomd is gelijk aan vijf maal het volume ervan.

4°) Alle doorgangen in de wanden moeten voldoende dicht blijven om te beletten dat het overdrukfluidum ontsnapt.

IV. Veiligheidsmaterieel met poedervormige isoleerstof.

Het zand moet de juiste korrelgrootte en hoedanigheid hebben en droog zijn, en bij het vullen behoorlijk geschud worden ; het is van belang op dat ogenblik en ook tijdens latere schouwingen na te gaan of de dikte van de zandlaag boven de geleiders meer bedraagt dan het maximum dat voor het toestel wordt aangegeven.

De kortsluitstroom die in het toestel kan optreden moet altijd kleiner blijven dan deze die door de bouwer werd voorzien.

V. Veiligheidsmaterieel « e ».

1°) *Herstellingen.* Bij herstelling mogen de kenmerken van het materieel in geen enkel geval worden gewijzigd ; het materieel is immers aangenomen of overeenkomstig verklaard met de norm. De bepalingen hiervan moeten worden nageleefd.

Het gevolg hiervan is dat een onderdeel alleen kan vervangen worden door een zelfde origineel stuk ; dit geldt voor :

a) d'une pièce de protection mécanique ; par exemple : les joints, les entrées de câble ;

b) d'une pièce assurant l'isolement ; par exemple : les isolateurs (caractérisés par leur classe d'isolation, leurs lignes de fuite, leur résistance au cheminement), les plaques à bornes, les sockets de lampes, etc...

c) d'une pièce caractérisée par son échauffement ; par exemple : les appareils ou parties d'appareils comportant des enroulements.

Une attention particulière est à apporter aux rebobinages des appareils. Ceux-ci sont d'une conception spéciale qui n'est pas toujours apparente à première vue. Il est donc à conseiller de faire effectuer le rebobinage par le constructeur ; celui-ci peut alors certifier que l'appareil reste conforme au prototype agréé et ce document suffit pour l'emploi de l'appareil réparé ; par contre, si le rebobinage est effectué dans un atelier d'entretien, il convient que le travail soit fait conformément aux spécifications de la norme ; l'appareil est alors considéré comme de construction nouvelle et doit subir à nouveau les tests d'agréation ou de certification conforme à la norme pour la partie modifiée.

2°) *Relais thermiques de protection.*

Ces relais seront de préférence du type tripolaire. Il convient de veiller à ce qu'ils se trouvent à une température ambiante ne différant pas trop de celle qui existe à l'endroit du moteur.

Les relais doivent être choisis et réglés de façon à intervenir, en cas d'échauffement, en un temps inférieur au temps t_E inscrit sur la plaque signalétique. Rappelons que ce temps t_E est le temps nécessaire au moteur pour atteindre, à partir de la température de service, la température dangereuse vis-à-vis du gaz pour lequel le moteur est prévu, dans le cas où le rotor se cale. Les relais thermiques doivent donc intervenir nettement avant que le moteur atteigne cette température.

Un moteur dont le rotor est calé absorbe un courant qui peut se calculer à partir des deux caractéristiques suivantes : d'une part, le courant nominal I_n et d'autre part, le rapport entre le courant de démarrage I_d et le courant nominal (I_d/I_n) ; considérons, par exemple, un moteur de 4 *ch* à 1500 tours/minute, dont la plaque signalétique donne les renseignements suivants : t_E (G_I) = 8 secondes, I_n (220 volts) = 11,6 ampères ; I_d/I_n = 6. Les relais de protection pourront intervenir au bout d'un temps assez long pour une faible surcharge (15 à 20 %) : par contre, il est nécessaire qu'ils interviennent en moins de 8 secondes dans le cas où le rotor est

a) mechanische beschermingsonderdelen : bij voorbeeld de dichtingen, de kabelingangen ;

b) isolatiedelen ; bij voorbeeld : de isolatoren (gekenmerkt door hun isolatieklasse, hun leklijnen, hun weerstand tegen zwerfstromen), de klemmenplaten, de lampfittingen, enz...

c) de onderdelen die bloot staan aan verwarming, bij voorbeeld : de toestellen of onderdelen van toestellen die wikkelingen bevatten.

Bijzondere aandacht moet besteed worden aan het herwikkelen van de toestellen. Deze toestellen zijn op een bijzondere manier gemaakt en dit is niet altijd op het eerste zicht duidelijk. Daarom verdient het aanbeveling het herwikkelen toe te vertrouwen aan de bouwer ; deze kan dan bevestigen dat het toestel gelijkvormig blijft aan het aangenomen prototype en dit getuigschrift is voldoende om het herstelde apparaat te mogen gebruiken ; gebeurt het herwikkelen echter in een herstellingswerkplaats dan moet het werk uitgevoerd worden overeenkomstig de bepalingen van de norm ; het toestel wordt dan als een nieuwe constructie beschouwd en het moet opnieuw de tests ondergaan voor de aanneming of voor de gelijkvormigheid met de norm, wat het gewijzigde gedeelte ervan betreft.

2°) *Thermische beschermingsrelais.*

Deze relais moeten bij voorkeur van het driefazig type zijn. Best is dat hun omgevingstemperatuur niet te zeer verschilt van de temperatuur die heerst nabij de motor.

Deze relais moeten zodanig worden gekozen en afgesteld, dat ze bij verwarming aanspreken bij een tijd t_E die lager is dan die, die voorkomt op de kenplaat. Deze tijd t_E die alger is dan die, die die de motor nodig heeft, om, vertrekkend van de bedrijfstemperatuur, de temperatuur te bereiken die gevaarlijk is ten overstaan van de gassen waarvoor de motor gemaakt is, in het geval van een vastgehouden rotor. De thermische relais moeten bijgevolg ingrijpen geruime tijd vooraleer de motor deze temperatuur bereikt.

Met geblokkeerde rotor neemt een motor een stroom op die kan berekend worden uitgaande van de volgende twee karakteristieken : van de ene kant de nominale stroom I_n en van de andere kant de verhouding tussen de aanzetstroom I_d en de nominale stroom (I_d/I_n) ; wij nemen bij voorbeeld een motor van 4 pk met 1500 omwentelingen per minuut, waarvan de kenplaat de volgende aanduidingen geeft : t_E(G_I) = 8 seconden, I_n (220 volt) = 11,6 ampères ; I_d/I_n = 6. De beschermingsrelais kunnen optreden na een betrekkelijk lange tijd voor een zwakke overbelasting (15 tot 20 %) ; daarentegen moeten zij optreden in minder dan 8 seconden wanneer de rotor geblokkeerd is, dit wil

calé, c'est-à-dire, pour un courant qui peut atteindre environ 6. I_n = 69,6 ampères.

Dans ces conditions, la sécurité vis-à-vis de l'inflammation d'une atmosphère gazeuse pour laquelle le moteur a été prévu est assurée, pour autant que l'utilisateur respecte la précaution exposée ci-après :

3°) *Précaution pour la remise en marche d'un moteur à rotor calé.*

Lorsque les relais thermiques ont provoqué le déclenchement du moteur à rotor calé, en un temps inférieur au temps t_E, ces relais, ainsi que le moteur, ont subi un échauffement. L'inertie thermique du moteur étant beaucoup plus grande que celle des relais, ceux-ci refroidissent plus vite et il devient possible, au bout de quelques secondes, voire de quelques minutes, de réenclencher le moteur alors que celui-ci n'a pu dissiper les calories emmagasinées. Ce n'est donc pas parce que les relais thermiques se sont refroidis que l'on peut réenclencher le moteur avec toute la sécurité désirable ; il faut que celui-ci se soit à son tour suffisamment refroidi. Au cas où cette condition ne serait pas observée, le réenclenchement provoquerait, du fait du courant de démarrage, un échauffement supplémentaire avec risque, soit de griller l'isolement, soit d'enflammer l'atmosphère dangereuse. Il est donc prudent, lorsqu'un moteur a eu son rotor calé pour une cause quelconque, de ne pas essayer de le débloquer en procédant par des essais successifs d'enclenchement. Il faut, au contraire, essayer de débloquer le moteur par des moyens purement mécaniques et ne réenclencher que lorsque l'installation est à nouveau en bon état de marche.

4°) Il résulte de ce qui précède que les caractéristiques de fonctionnement des relais thermiques, utiles à considérer, sont celles qui, au point de vue de la durée d'échauffement, partent de l'état froid.

5°) *Protection des moteurs synchrones.*

Ces moteurs requièrent, en outre, une protection contre un manque possible d'excitation. Lorsqu'un tel manque d'excitation se produit et que le moteur est chargé normalement, il perd son synchronisme et absorbe un courant déwatté supérieur au courant nominal, ce qui entraîne le fonctionnement des relais thermiques. Par contre, si le moteur n'est pas complètement chargé, il est possible que le courant absorbé reste inférieur au courant nominal et que les relais ne le détectent pas, alors que le rotor, qui n'est pas conçu pour ce fonctionnement, s'échauffe. Pour cette raison, il est à conseiller de surveiller l'excitation, par exemple au moyen d'un relais wattmétrique.

zeggen voor een stroomsterkte die ongeveer 6x I_n of 69,6 ampères bereikt.

In dat geval is de veiligheid tegenover het gevaar voor ontvlamming van een gasatmosfeer waarvoor de motor gemaakt is verzekerd, voor zover de gebruiker de hiernavolgende maatregelen treft :

3°) *Voorzorgen te nemen bij het in gang zetten van een motor met vastgezette rotor.*

Wanneer de thermische relais de motor met verankerde rotor hebben afgekoppeld na een tijd die minder is dan t_E, zijn deze relais evenals de motor onderworpen geweest aan verwarming. Vermits de thermische inertie van de motor veel hoger is dan die van de relais, koelen deze laatste veel vlugger af en is het mogelijk na enige seconden of ten minste enige minuten de motor aan te zetten zonder dat deze gelegenheid heeft gehad om de opgeslagen energie kwijt te raken. Het feit dat de thermische relais afgekoeld zijn wil niet zeggen dat men de motor in volle veiligheid mag inschakelen : deze moet eveneens voldoende afgekoeld zijn. Houdt men hiermee geen rekening, dan kan het herinschakelen wegens de aanzetstroom een bijkomende verwarming veroorzaken met het risico dat de isolatie geroosterd wordt of dat een mijngasmengsel tot ontsteking wordt gebracht. De voorzichtigheid gebiedt dus, wanneer een rotor van een motor geblokkeerd geraakt is, om eender welke reden, dat men hem niet mag willen doen vertrekken met behulp van korte inschakelingsmanoeuvers. Men moet er integendeel naar streven de motor te ontzetten met louter mechanische middelen en hem niet terug in gang te zetten zolang de installatie niet opnieuw in staat van bedrijf is.

4°) Uit wat voorafgaat blijkt dat de werkingskenmerken van de thermische relais, die men met nuttig gevolg kan gebruiken, diegene zijn, die uit oogpunt van de duur van de opwarming, vertrekken van de koude toestand.

5°) *Bescherming van de synchrone motoren.*

Deze motoren moeten ondermeer een bescherming bevatten tegen een mogelijk tekort aan bekrachtiging. Doet een soortgelijk gebrek aan bekrachtiging zich voor, en is de motor normaal belast, dan verliest de motor zijn synchronisme en neemt hij een wattloze stroom op waarvan de waarde hoger ligt dan de nominale stroom, hetgeen de thermische relais doet aanspreken. Is de motor daarentegen niet volledig belast, dan kan het gebeuren dat de geabsorbeerde stroom kleiner is dan de nominale en dat het relais niet aanspreekt terwijl de rotor die voor zulke werkomstandigheden niet ontworpen is, heet wordt. Om die reden verdient het aanbeveling de bekrachtiging te controleren, bij voorbeeld door middel van een wattmetrisch relais.

6°) Protection en cas de démarrage difficile.

Lorsqu'un moteur est sujet à des démarrages fréquents et dans des conditions dures, il peut être préférable de prévoir un appareil de sécurité par enveloppe antidéflagrante, à moins d'une surveillance thermométrique qui évite une élévation trop élevée de la température.

7°) Protection contre les surcharges.

Les relais thermiques sont parfois remplacés par un dispositif de contrôle par semi-conducteurs, au moyen de cellules sensibles qui sont logées dans les enroulements ; dans ce cas, un appareillage électronique commande le déclenchement lorsqu'une température, réglée d'avance, est atteinte.

Ces éléments sensibles devront toujours rester de caractéristiques identiques à celles prévues lors de l'agréation. Il est, en outre, à conseiller d'effectuer périodiquement la vérification de leur bon fonctionnement. Cette recommandation est également valable pour les relais thermiques.

Il ne faut pas oublier que les détecteurs de température placés dans les enroulements statoriques d'un moteur ne constituent pas une protection contre l'échauffement excessif du rotor pouvant se produire lors d'un calage prolongé ou de démarrages successifs, du fait qu'il n'y a pas de liaison directe entre l'échauffement du stator et celui de la cage pendant le calage ou le démarrage.

VI. Matériel de sécurité par immersion dans l'huile.

Le niveau d'huile doit toujours rester supérieur à la cote minima indiquée sur l'appareil ; il est à conseiller de faire procéder à la vérification de la qualité de l'huile périodiquement.

VII. Matériel de sécurité spéciale.

Ce matériel comprend, entre autres, des bobinages enrobés dans la masse, des starters, des interrupteurs à mercure, etc...

Ces unités s'intègrent habituellement dans l'un des autres modes de protection.

6°) Bescherming bij moeilijk aanzetten.

Wanneer een motor dikwijls en in moeilijke omstandigheden moet aangezet worden moet de voorkeur soms gaan naar een veiligheidsapparatuur met ontploffingsvast omhulsel, tenzij dat de temperatuur gecontroleerd wordt zodat een te sterke stijging ervan wordt vermeden.

7°) Bescherming tegen overbelasting.

De thermische relais worden soms vervangen door een controleapparaat met halfgeleiders, dat werkt door middel van gevoelige cellen ingebouwd in wikkelingen ; in dat geval wordt de uitschakeling bevolen door een elektronische apparatuur zodra een vooraf ingestelde temperatuur bereikt is.

Deze gevoelige elementen moeten altijd dezelfde kenmerken blijven vertonen als tijdens de aanneming. Bovendien zouden ze periodisch op hun goede werking moeten gecontroleerd worden. Deze aanbeveling geldt ook voor de thermische relais.

Men moet niet vergeten dat de temperatuurdetectoren in de statorwikkelingen van een motor geen beveiliging vormen tegen een overdreven verwarming van de rotor als gevolg van een langdurig vastzitten of een veelvuldig aanlopen ; er bestaat immers geen rechtstreeks verband tussen de verwarming van de stator en de verwarming van de kooi bij vastlopen en aanlopen.

VI. Veiligheidsmaterieel met onderdompeling in olie.

Het oliepeil moet steeds boven het op het toestel aangegeven minimum blijven ; best is periodisch de hoeveelheid olie te doen controleren.

VII. Bijzonder veiligheidsmaterieel.

Hieronder verstaat men onder meer in de massa ingewerkte wikkelingen, starters, kwikschakelaars, enz...

Deze onderdelen zijn meestal ingewerkt in één van de andere beveiligingen.

CHAPITRE VI

PROTECTION DES CABLES ET COFFRETS PAR CONTROLE PERMANENT DE L'ISOLEMENT.

HOOFDSTUK VI.

BESCHERMING VAN DE KABELS EN KOFFERS DOOR MIDDEL VAN EEN DOORLOPENDE ISOLATIECONTROLE

Outre la protection contre les risques d'électrocution et d'incendie, le contrôle permanent de l'isolement peut assurer une protection vis-à-vis du danger d'explosion d'une atmosphère inflammable, principalement dans les deux cas suivants :

1) *Câbles*

Les chapitres précédents traitent des modes de sécurité des appareils électriques seuls, à l'exclusion des câbles qui relient les appareils entre eux. Ces câbles peuvent eux-mêmes se trouver en des endroits où une atmosphère dangereuse est à craindre et produire un arc susceptible d'enflammer cette atmosphère, soit à la suite d'un choc ou d'une blessure quelconque, soit à la suite d'une détérioration progressive sous l'effet de l'humidité, d'un échauffement ou tout simplement du vieillissement des isolants. La protection est effective si, en cas de mise hors tension automatique provoquée par l'appareil de contrôle d'isolement, la coupure est assurée avant que l'arc ne s'extériorise hors du câble.

2) *Coffrets*

Nous avons traité précédemment du risque de percement d'un coffret antidéflagrant (fig. 64) à la suite d'un arc.

Lors de l'emploi de moteurs à cage, qui prennent au démarrage un courant important, les protections classiques sont parfois difficiles à réaliser de façon sûre en raison du niveau élevé imposé au seuil de réglage de ces protections, et aussi lorsque l'impédance de ligne d'un réseau fort étendu, s'ajoutant à la chute de tension dans l'arc de court-circuit, réduit le courant de défaut à une valeur inférieure aux pointes normales de courant du réseau.

Dans les deux cas, le contrôle d'isolement peut apporter une solution satisfaisante pour la sécurité, en provoquant, soit l'alarme, soit le déclenchement automatique dès que l'isolement tombe en dessous d'une valeur fixée d'avance et avant qu'un arc dangereux ne se développe.

Lorsque le défaut se forme rapidement, toutefois, tel qu'à la suite d'un choc brutal sur un câble, provoqué par un objet tranchant, le degré de protection dépendra de la constitution du câble d'une

De doorlopende isolatiecontrole betekent niet alleen een bescherming tegen elektrokutie en brand, maar ook tegen het ontploffen van een ontvlambaar midden, vooral in de volgende twee gevallen :

1°) *Kabels.*

De voorgaande hoofdstukken hebben het over de beveiliging van de elektrische toestellen alleen, en spreken niet over de kabels die de toestellen onderling verbinden. Deze kabels kunnen zelf liggen op plaatsen waar een gevaarlijk midden te vrezen is en een boog doen ontstaan die in staat is om dit midden te doen ontvlammen ; de reden kan een schok zijn of eender welke beschadiging, ofwel een trage vernieling onder invloed van de vochtigheid, de warmte of eenvoudig de veroudering van het isolatiematerieel. Opdat de bescherming doelmatig zij, moet het onderbreken van de stroom, bij het automatisch uitschakelen van de spanning onder invloed van het doorlopend isolatie-controle-apparaat, doorgaan voordat de boog uit de kabel is kunnen treden.

2°) *Koffers.*

Wij hebben reeds gesproken over het gevaar dat een ontploffingsvaste koffer (fig. 64) door een boog wordt doorboord.

Bij kooiankermotoren, die een grote aanloopstroom opnemen, bieden de gewone beschermingsmiddelen vaak niet alle veiligheid wegens de hoge drempelwaarde die aan de regeling van deze toestellen wordt opgelegd, en ook in die gevallen waarin de impedantie van een sterk vertakt net, die zich bij de spanningsval in de kortsluitboog komt voegen, er oorzaak van is dat de foutieve stroom kleiner is dan de normale stroompieken van het net.

In de twee gevallen kan de isolatiecontrole het veiligheidsprobleem op bevredigende wijze oplossen, doordat ofwel een alarm gegeven wordt ofwel de stroom automatisch wordt afgesloten zodra de isolatie onder een vooraf bepaalde waarde daalt en voordat een gevaarlijke boog kan ontstaan.

Wanneer de fout brutaal optreedt, bij voorbeeld tengevolge van een hevige slag op de kabel, veroorzaakt door een snijdend voorwerp, hangt de graad van bescherming enerzijds af van de samenstelling van de kabel, en anderzijds van de

part, et d'autre part, de la rapidité d'intervention à la coupure du courant de l'ensemble contrôleur d'isolement-disjoncteur.

Les dispositifs techniques permettant de poursuivre ce but sont assez nombreux et variés. Nous nous bornerons à indiquer le principe de fonctionnement de quelques uns d'entre eux et la relation qui existe, pour un degré de sécurité voulu, entre les dispositifs et divers types de câbles.

A. *Contrôleur d'isolement à injection de courant continu.*

Ce système s'applique aux installations à neutre isolé.

Le principe en est le suivant :

Une source de courant continu 1 (fig. 65) est reliée d'une part à la terre et d'autre part aux phases du réseau, par l'intermédiaire d'un point neutre artificiel 2, constitué par des selfs ou des résistances. Sur ce circuit existent, en outre, un milliampèremètre 3, gradué en kilo-ohms, et une résistance de mesure 4.

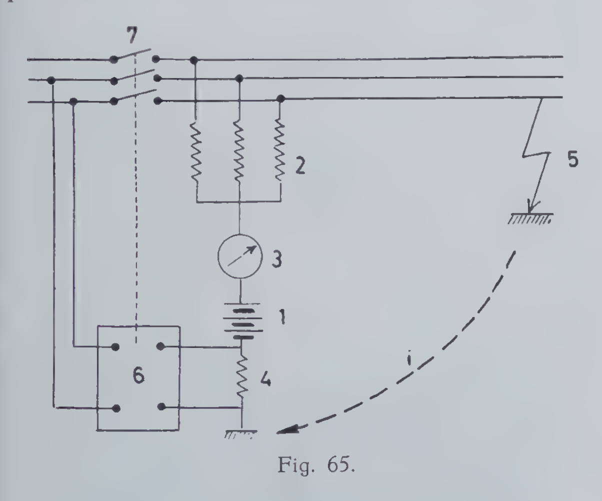


Fig. 65.

Dès qu'un défaut d'isolement d'une certaine valeur apparaît entre une phase et la terre ou la masse (en 5), un courant continu s'établit dans le circuit contrôleur d'isolement - point neutre - phase en défaut et se referme par la terre.

Le milliampèremètre mesure ce courant et donne la lecture, en k ohms, de la valeur de défaut.

Il apparaît simultanément, sous l'effet du passage de ce courant i, une chute de tension aux bornes de la résistance de mesure 4. Cette tension est appliquée à l'entrée d'un relais électronique 6, qui provoque le déclenchement du disjoncteur 7 dès que le courant de défaut i atteint une valeur fixée d'avance, c'est-à-dire dès que l'isolement du réseau tombe en dessous du seuil correspondant.

Le même dispositif peut servir pour actionner, au lieu du déclenchement, un dispositif d'alarme optique ou acoustique.

snelheid waarmee de stroom wordt onderbroken in het geheel gevormd door de isolatiecontrole en de lastschakelaar.

De technische apparatuur waarmee dit doel kan bereikt worden is tamelijk uitgebreid en verscheiden. Wij geven enkel het werkingsprinciep van enkele toestellen en het verband dat er, voor een bepaalde graad van veiligheid, tussen deze toestellen en verschillende kabeltypen bestaat.

A. *Isolatiewachter met gelijkstroominjectie.*

Dit systeem is toepasselijk op de installaties met geisoleerd nulpunt.

Het princiep is het volgende :

Een gelijkstroombron 1 (fig. 65) wordt enerzijds met de aarde verbonden en anderzijds met de fazen van het net, en wel langs een kunstmatig nulpunt om ; dit nulpunt 2 bestaat uit inductiespoelen of weerstanden. Op dezelfde keten staan onder meer een milliampèremeter 3, gegradueerd in kilo-ohm, en een meetweerstand 4.

Zodra een tamelijk ernstige isolatievermindering optreedt tussen een faze en de aarde of de massa (in 5) komt er een gelijkstroom tot stand in de keten isolatiewachter - nulpunt - faze waarop de fout zich bevindt, en deze stroomketen wordt langs de aard om gesloten.

De milliampèremeter meet deze stroom en duidt de waarde van de fout aan in k ohm.

Terzelfdertijd treedt onder invloed van deze stroom i een spanningsvermindering op aan de klemmen van de meetweerstand 4. Deze spanning wordt aangelegd aan de ingang van het elektronisch relais 6, dat de lastschakelaar 7 doet uitschakelen zohaast de verliesstroom i een voorop vastgestelde waarde bereikt, met andere woorden zohaast de isolatieweerstand van het net onder de overeenstemmende drempel daalt.

Hetzelfde apparaat kan in plaats van de uitschakeling de inschakeling van een geluid- of lichtalarm veroorzaken.

Het is ook mogelijk de spanningsval aan de klemmen van de weerstand 4 te gebruiken om twee relais 6 te bedienen ; één ervan doet een alarm werken zohaast de isolatie onder een eerste drempel daalt, het andere veroorzaakt uitschakeling zohaast de isolatieweerstand daalt onder een tweede drempel die lager ligt dan de eerste.

Praktisch wordt de gelijkstroombron dikwijls gevormd door een groep gelijkrichters die evenals het relais 6 stroomopwaarts van de lastschakelaar gevoed wordt.

Dit systeem biedt het voordeel dat men de isolatie van het stroomafwaarts gelegen gedeelte van het net kan controleren voordat dit onder spanning komt. Zo er een defect is wordt het inschakelen van de

Il est possible également d'appliquer la chute de tension qui apparaît aux bornes de la résistance 4, à l'entrée de deux relais 6, dont l'un provoque l'alarme lorsque l'isolement tombe sous un premier seuil et l'autre, le déclenchement, lorsque l'isolement descend sous un second seuil inférieur au précédent.

En pratique, la source à courant continu est souvent constituée par un groupe de redresseurs alimenté, de même que le relais 6, en amont du disjoncteur.

L'avantage de ce système est de permettre le contrôle de l'isolement de la partie aval du réseau avant la mise sous tension de celle-ci. En cas de défaut, l'enclenchement du disjoncteur est empêché par le contrôleur d'isolement.

Le seuil de fonctionnement de l'appareil n'est pas influencé par les capacités du réseau.

Sélectivité.

Lorsqu'il n'existe qu'un seul contrôleur d'isolement, celui-ci est placé à la sous-station de départ du réseau. En cas de défaut d'isolement sur une antenne, tout le réseau est mis hors tension.

Il est possible d'éviter cet inconvénient par une disposition assurant la sélectivité (fig. 66).

lastchakelaar onmogelijk gemaakt door de isolatiewachter.

De werkingsdrempel van het toestel wordt niet beïnvloed door de capaciteit van het net.

Selectiviteit.

Wanneer er maar één isolatiewachter is, staat deze in het onderstation waar het in kwestie vertrekt. Wanneer één vertakking een storing vertoont, wordt heel het net buiten spanning gezet.

Dit nadeel kan voorkomen worden met behulp van een montage die selectiviteit waarborgt (fig. 66).

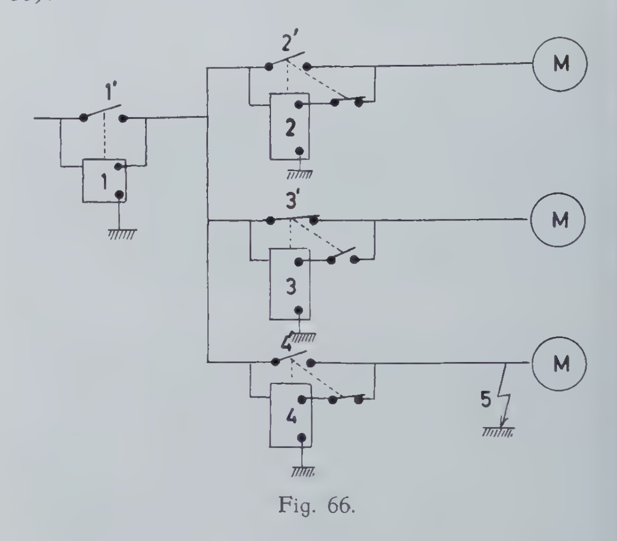


Fig. 66.

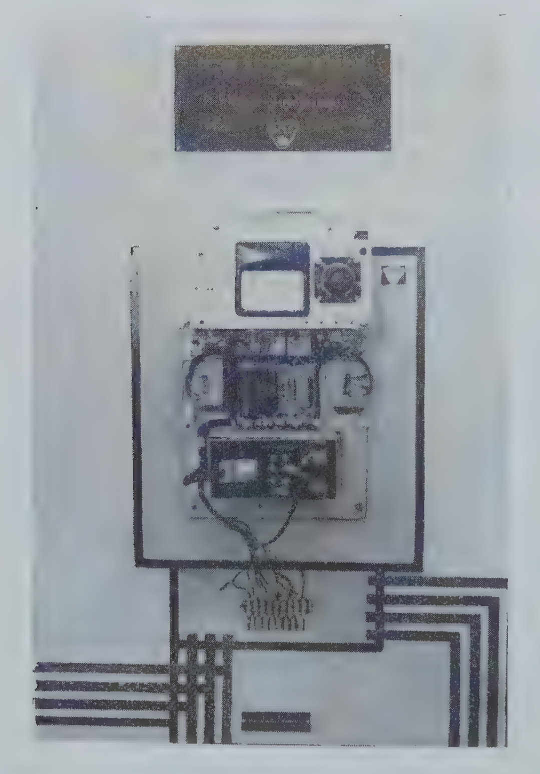


Fig. 67.
Relais d'isolement maître.
Meesterisolatiewachter.

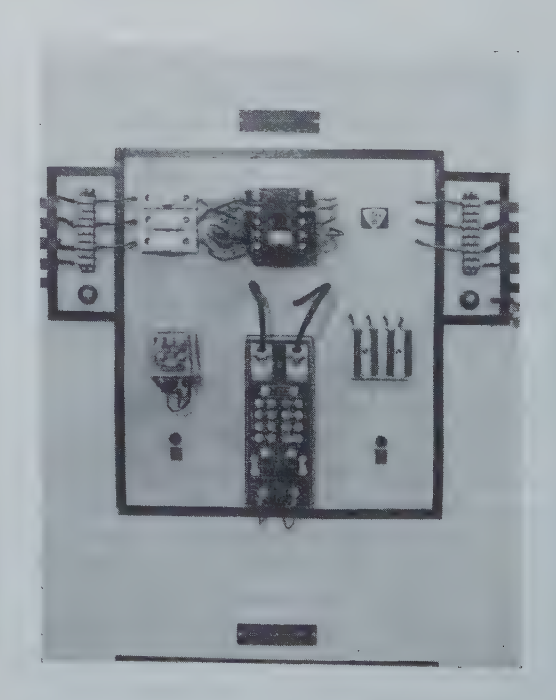


Fig. 68.
Relais esclave
Knechtisolatiewachter.

Dans ce cas, l'isolement du réseau est surveillé en permanence par le contrôleur d'isolement maître 1 (fig. 67), placé à la sous-station et commandant le disjoncteur général 1'. Un contrôleur d'isolement esclave (2, 3, 4) (fig. 68) est placé sur le départ de chaque antenne et est jumelé au disjoncteur secondaire correspondant (2', 3', 4'). Chaque contrôleur esclave est hors service lorsque l'antenne correspondante est sous tension, et est mis en service automatiquement par un contact auxiliaire du disjoncteur secondaire lorsque celui-ci est ouvert.

Supposons que toutes les antennes soient en service et qu'un défaut d'isolement se produise en 5.

Ce défaut est décelé par le contrôleur d'isolement maître 1, qui provoque le déclenchement du disjoncteur général 1'.

De ce fait, les contacteurs ou disjoncteurs secondaires 2', 3' et 4' déclenchent par manque de tension.

Ce déclenchement met en circuit les contrôleurs d'isolement esclaves 2, 3, 4, mais qui ne sont toujours pas alimentés, puisque le réseau est hors tension.

Le contrôleur d'isolement maître ne voit plus de défaut et permet le réenclenchement automatique du disjoncteur général 1'.

La tension arrive aux bornes amont des disjoncteurs secondaires et à l'alimentation des contrôleurs d'isolement esclaves. Ceux-ci entrent en fonctionnement et surveillent l'isolement de leurs antennes respectives.

Le contrôleur d'isolement esclave 4 voit le défaut et empêche le réenclenchement de son disjoncteur 4', cependant que les contrôleurs d'isolement des antennes saines permettent le réenclenchement, soit manuel, soit automatique des disjoncteurs correspondants.

Ainsi, en une fraction de seconde, le défaut est éliminé et l'antenne correspondante mise seule hors service.

La figure 69 montre le panneau didactique de l'I.N.M. réalisé par les A.C.E.C. suivant ce principe de sélectivité.

B. *Autres dispositifs.*

Citons, entre autres :

1) *Le core-balance* ou transformateur-tore (fig. 70) : le câble à protéger sert de primaire et l'enroulement en forme de tore de l'appareil est placé autour des trois conducteurs de phases de ce câble et forme le secondaire. Ce secondaire est le siège d'une force électromotrice proportionnelle à la résultante des courants dans les 3 phases du câble. En l'absence de défaut, ces courants s'équilibrent et la force électromotrice est nulle dans le tore. Par contre, en cas de défaut phase-terre dans un réseau

In dat geval wordt de isolatie van het gehele net op doorlopende wijze bewaakt door de meesterisolatiewachter 1 (fig. 67) die in het onderstation opgesteld is en de hoofdlastschakelaar 1' beïnvloedt. Een knechtisolatiewachter (2, 3, 4) (fig. 68) staat op het vertrek van elke vertakking en beïnvloedt de overeenkomende secundaire lastschakelaar (2', 3', 4'). Iedere knecht wordt buiten dienst gesteld zodra de overeenstemmende vertakking onder spanning komt en wordt automatisch terug in dienst gesteld door een hulpcontact van de secundaire schakelaar zodra deze geopend wordt.

We veronderstellen dat alle vertakkingen in gebruik zijn en dat er een defect optreedt in nr 5.

Dit defect wordt geregistreerd door de meesterisolatiewachter 1, die de algemene lastschakelaar 1 doet uitvallen.

Daardoor vallen de secundaire contactoren of lastschakelaars 2', 3' en 4' uit door gebrek aan spanning.

Door dit uitvallen worden de knechtisolatiewachters 2, 3 en 4 in dienst gesteld, ook al worden ze voorlopig niet gevoed vermits het net buiten spanning is.

De meesterisolatiewachter ziet het defect niet meer en dit heeft voor gevolg dat de algemene lastschakelaar 1' automatische terug ingeschakeld wordt.

De spanning komt toe aan de klemmen van de secundaire lastschakelaars en aan de voeding van de knechtisolatiewachters. Deze treden in werking en bewaken de isolatieweerstand van hun respectievelijke vertakkingen.

De knechtisolatiewachter 4 ziet de fout en belet het herinschakelen van zijn lastschakelaar 4'; op de gezonde vertakkingen laten de isolatiewachters het inschakelen van de lastschakelaars wel toe, zij het met de hand of automatisch.

Op die manier wordt de fout geëlimineerd en de overeenstemmende vertakking buiten dienst gesteld, in een onderdeel van een seconde.

Fig. 69 toont het didactisch paneel van het N.M.I. dat gebouwd werd door de A.C.E.C. volgens vermeld selectiviteitsprincipe.

B. *Andere toestellen.*

Wij vermelden onder meer :

1) De *kernbalans* of torustransformator (fig. 70): de te beschermen kabel vormt de primaire ; de torusvormige wikkeling van het apparaat ligt omheen de drie fazegeleiders van de kabel en vormt de secundaire. In deze secundaire komt een elektromotorische kracht tot stand die evenredig is met de resultaten van de stroomsterkten in de drie fazen van de kabel. Zolang er geen fout is, houden deze stroomsterkten elkaar in evenwicht en is de elektromotorische kracht in de torus nul. Treedt er in-

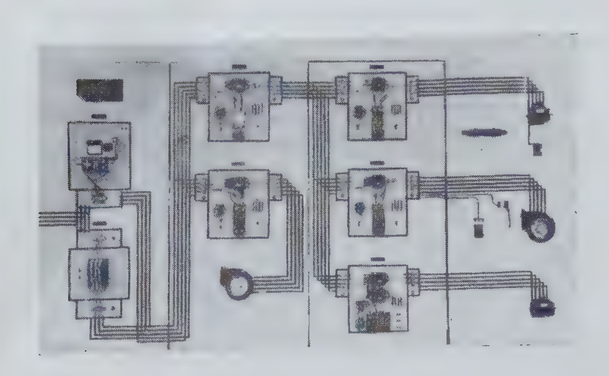


Fig. 69.

à neutre à la terre, un courant homopolaire apparaît, qui s'établit entre la phase et le neutre, par la terre, et produit une force électromotrice dans le tore. Le courant qui en résulte agit sur un relais électromagnétique de déclenchement du disjoncteur qui protège le câble.

Ce dispositif s'applique aussi au réseau à neutre isolé, mais l'appareil doit alors être réglé en fonction des capacités du câble, car le courant de défaut ne se referme plus par le neutre du transformateur, mais par les capacités des phases saines par rapport à la terre.

2) *Détecteur de défaut impédant.*

Il ne s'agit pas d'un contrôleur d'isolement vis-à-vis de la terre, mais d'un appareil qui intervient en cas de formation d'un défaut d'isolement entre phases (défaut impédant).

Une version d'une tel dispositif est réalisée au moyen d'un oscillateur électronique triphasé G (fig. 71), qui injecte dans le réseau un courant à haute fréquence (5.000 Hz). Un tel courant n'est pratiquement pas capable de traverser les impédances inductives des moteurs. Par contre, sa valeur augmente sensiblement en cas de défaut ohmmique (défaut entre les phases d'un câble, par exemple) et agit alors sur le relais de déclenchement du disjoncteur.

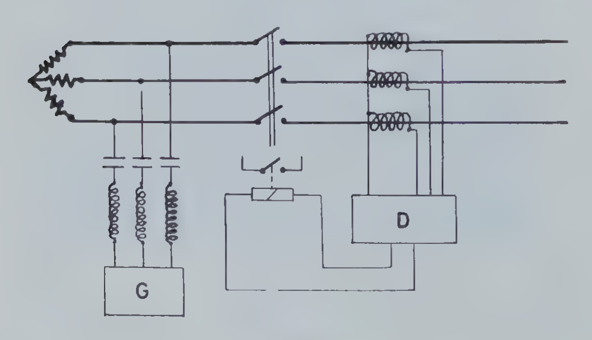


Fig. 71.

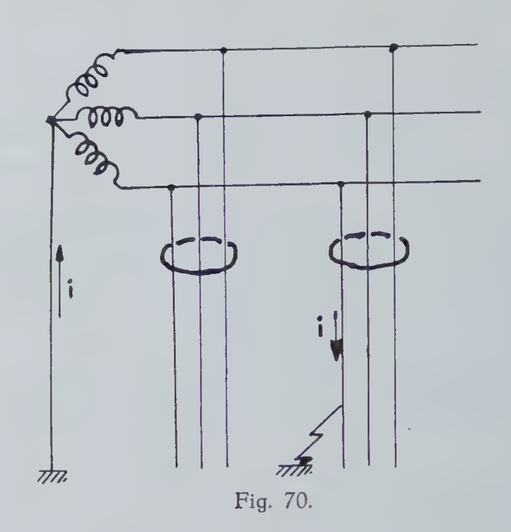


Fig. 70.

tegendeel in een net met geaard nulpunt een aardverbinding in een faze op, dan ontstaat er een homopolaire stroom tussen deze faze en het nulpunt, langs de grond, en ontstaat er een elektromotorische kracht in de torus. De stroom die daarvan het gevolg is werkt op een elektromagnetisch relais dat de lastschakelaar die de kabel beschermt uitschakelt.

Het toestel kan ook gebruikt worden met geïsoleerd nulpunt, maar dan moet het geregeld worden rekening houdend met de capaciteit van de kabel, omdat de lekstroom dan niet langs het nulpunt van de transformator tot stand komt, maar langs de capaciteit tussen de gezonde fazen en de aarde.

2) *Detector voor impedantiefout.*

Hier betreft het geen toestel voor de controle van de isolatie ten opzichte van de grond, maar een apparaat dat tussen komt bij een isolatiefout tussen fazen (impedantiefout).

Dit toestel kan de vorm hebben van een driefazige elektronische oscillator G (fig. 71) die in het net een hoogfrequente stroom injecteert (5.000 Hz). Een dergelijke stroom geraakt praktisch niet door de inductieve impedanties van de motoren. Daarentegen stijgt zijn waarde merkelijk bij ohms verlies (verlies tussen de fazen van een kabel bij voorbeeld), zodat hij het uitschakelrelais van de lastschakelaar kan beïnvloeden.

C. *Kabels.*

De beveiligingsapparaten door isolatiecontrole geven beschermingen van verschillende graad naargelang van het type van kabel.

Bij wijze van voorbeeld geven wij in het kort de veiligheidskarakteristieken van enkele soorten

C. *Câbles.*

Les dispositifs de protection par contrôle d'isolement assurent des degrés de protection différents, selon le type de câble utilisé.

Nous envisagerons, à titre d'exemple et brièvement, les caractéristiques de sécurité offertes par quelques conceptions de câbles souples dans un réseau à neutre isolé :

1°) Câble à 4 conducteurs, dont un pour le circuit de masse, disposés aux sommets d'un carré (fig. 72) ;
2°) Câble à 3 conducteurs de phase et comportant un conducteur de masse disposé au centre, symétriquement par rapport aux phases (fig. 73) ;
3°) Câble à conducteurs de phases entourés d'un écran collectif et conducteur, relié à la masse (fig. 74) ;
4°) Câble à conducteurs de phases entourés d'écrans conducteurs individuels reliés à la masse (fig. 75) ;
5°) Câble à double écran (écrans individuels autour des phases et écran collectif entourant l'ensemble), mis à la masse où dont l'un est polarisé à faible voltage (fig. 76).

N.B. Les câbles armés réalisent pratiquement, abstraction faite de la grande résistance mécanique de l'armure, les conditions du câble à écran collectif.

van soepele kabels voor netten met geïsoleerd nulpunt :

1°) Kabel met vier geleiders, waarvan één voor de aardgeleiding, gelegen in een hoekpunt van een vierkant (fig. 72).

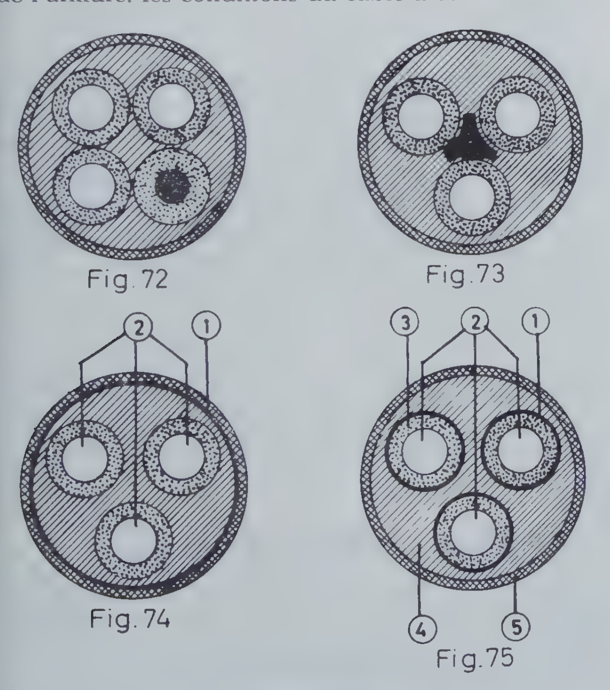
2°) Kabel met drie fazegeleiders en een aardgeleider in het midden, symmetrisch gelegen ten opzichte van de fazen (fig. 73).

3°) Kabel waarin de fazegeleiders omgeven zijn door een gemeenschappelijke geleidende tres die met de aarde verbonden is (fig. 74).

4°) Kabel waarin de fazegeleiders elk omgeven zijn door afzonderlijke geleidende tressen die met de aarde verbonden zijn (fig. 75).

5°) Kabel met dubbele tres (afzonderlijke tressen omheen de fazen en gemeenschappelijke tres omheen het geheel), die met de aarde verbonden is of waarvan er één gepolariseerd is op een geringe spanning (fig. 76).

N.B. Maakt men abstractie van de grote mechanische weerstand van de bewapening, dan beantwoorden de gewapende kabels praktisch aan de beschrijving van de kabel met gemeenschappelijke tres.



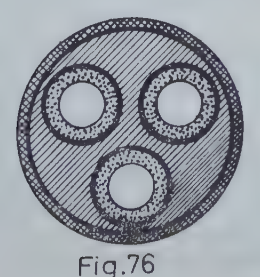


Fig. 72 - 73 - 74 - 75 - 76.

Fig. 74.

1 : écran collectif — gemeenschappelijk tres
2 : phases — phasen.

Fig. 75.

1 : écran individuel — afzonderlijke tres
2 : phases —phasen
3-4 : isolant — isolatie
5 : gaine — omhulsel.

Le câble 1 présente l'inconvénient de permettre la formation d'étincelles électriques dangereuses le long du circuit de masse, à l'endroit des raccordements de ce circuit aux appareils par exemple ; les étincelles sont provoquées par un phénomène d'induction dans le conducteur de masse, lorsqu'il est disposé asymétriquement par rapport aux conducteurs de phase. Il est, par conséquent, à conseiller d'utiliser des câbles à conducteur de masse symétrique (ex. câble 2).

Le contrôle d'isolement par injection de courant continu implique l'emploi de câbles de type 3, à écran collectif ou du type 4, à écrans individuels, ces écrans étant mis à la masse. Ce dernier type (4) paraît préférable, car il assure, en outre, la protection contre un défaut phase-phase. Un tel défaut ne peut, en effet, se former sans passer, au préalable, par le stade d'un défaut phase-écran, c'est-à-dire phase-terre.

Le type 5, à double écran, est le meilleur et convient pour les problèmes de protection les plus difficiles. Dans ce cas, l'un des écrans est polarisé sous une faible tension. Le déclenchement automatique est provoqué par l'un des défauts suivants : phase-phase = phase-écran, écran-terre et donc phase-terre.

Remarque.

La protection des câbles et coffrets par contrôle permanent de l'isolement constitue une protection qui convient particulièrement bien pour les charbonnages. Il faut cependant signaler que dans certaines industries chimiques et raffineries à atmosphères spécialement dangereuses, d'autres procédés sont utilisés tels que, par exemple, le montage sous tubes TIAF et l'emploi de câbles à isolation minérale.

De kabel 1 biedt het nadeel dat gevaarlijke elektrische vonken kunnen ontstaan langs de aardgeleider, bij voorbeeld op de punten waar deze geleider verbonden is met de toestellen in de aardgeleider, wanneer hij assymmetrisch opgesteld is ten opzichte van de fazegeleiders. Bijgevolg is het geraadzaam kabels te gebruiken met een symmetrisch opgestelde aardgeleider (voorbeeld : kabel 2).

Voor de isolatiecontrole door middel van geïnjecteerde gelijkstroom heeft men kabel van het type 3 nodig, met gemeenschappelijke tres, of van het type 4, met individuele tres, welke tressen met de aarde verbonden worden. Het laatste type (4) schijnt de voorkeur te moeten genieten, vermits het eveneens een bescherming vormt tegen een fout tussen fazen. Een dergelijke fout kan immers niet ontstaan zonder vooraf aanleiding te hebben gegeven tot een verbinding tussen de faze en de tres, dus tussen de faze en de grond.

Type 5 met dubbel scherm is het beste en kan gebruikt worden voor de meest ingewikkelde bescherming. In dat geval wordt één der tressen onder een zwakke spanning gebracht. De uitschakeling volgt op één van de volgende defecten : faze-faze ; faze-tres ; tres-aarde ; en dus ook : faze-aarde.

Opmerking

De beveiliging van kabels en koffers door doorlopende isolatiecontrole is op een bijzondere wijze geschikt voor de kolenmijnen. Toch dient vermeld dat men in zekere chemische bedrijven en raffinaderijen waar een bijzondere gevaarlijke atmosfeer kan heersen gebruik maakt van andere procédé's zoals bij voorbeeld de montage onder TIAF-buizen en het gebruik van kabels met minerale isolatie.

CHAPITRE VII

RECOMMANDATIONS SPECIALES POUR LES TRAVAUX SOUTERRAINS DES MINES.

HOOFDSTUK VII

BIJZONDERE AANBEVELINGEN VOOR HET ONDERGRONDS WERK IN DE MIJNEN.

Les recommandations qui suivent sont données sans préjudice aux prescriptions réglementaires.

Le matériel le plus fréquemment utilisé jusqu'à ce jour, dans les endroits où un afflux de grisou est à craindre, est du type de sécurité par enveloppe antidéflagrante ou du type à sécurité intrinsèque ; il est cependant probable que, dans un proche ave-

De hiernavolgende aanbevelingen doen geen afbreuk aan de reglementaire bepalingen.

Tot nu toe wordt op plaatsen waar een toevloed van mijngas te vrezen is het meest gebruik gemaakt van het veiligheidsmaterieel met ontploffingsvast omhulsel en het intrinsiek veilig materieel. Waarschijnlijk zullen evenwel in een

nir, d'autres types de matériels trouveront une application, comme dans les mines des pays voisins, notamment le matériel de sécurité par surpression interne et le matériel de sécurité « e ».

Les recommandations particulières visant le maintien des qualités constructives originelles et qui intéressent les électriciens lors des visites ou des travaux d'entretien, ont été données au chapitre IV précédent.

Nous n'envisagerons ici que les recommandations complémentaires d'ordre général concernant le bon emploi du matériel électrique dans son ensemble, y compris le matériel de sécurité, en tenant compte des conditions particulières qui règnent dans les travaux souterrains des mines et ce, uniquement du point de vue du risque d'inflammation d'une atmosphère constituée par un mélange de grisou et d'air.

Rappel des caractéristiques du grisou.

Le grisou, ou méthane, se dégage dans les travaux, chantiers et galeries, à partir des fronts, des remblais et principalement des cassures du terrain qui recoupent les travaux des galeries.

Ce gaz est plus léger que l'air et a tendance à former des amas aux points hauts de l'exploitation et, en particulier, à la couronne des galeries, principalement de celles de retour d'air, ainsi qu'à l'endroit de zones neutres plus ou moins mal ventilées, comprises entre les portes d'aérage. L'appel du grisou dans les travaux et galeries est plus important en cas de dépression barométrique et des concentrations peuvent également se produire lorsqu'intervient une perturbation de l'aérage normal, par exemple, en cas d'ouverture de portes.

Le grisou constitue un mélange inflammable avec l'air, à partir d'une teneur d'environ 6 % et jusqu'à 15 %. Au delà de cette limite, il devient asphyxiant. Le règlement, cependant, n'autorise pas le travail, et notamment le service des installations électriques, en présence de teneurs aussi élevées comme il sera expliqué ci-après.

La détection du grisou se fait au moyen des dispositifs suivants : la lampe à huile qui en décèle la présence à partir de 1,5 à 2 %, la lampe à benzine à partir de 1 %, la lampe à perle Von Rosen à partir de 0,5 % et le grisoumètre à analyse immédiate à partir de 0,1 %.

Recommandations.

1°) *Mise hors service des installations électriques en présence de grisou.*

Il convient de mettre immédiatement hors tension l'installation électrique, sauf les appareils à sécurité

nabije toekomst andere typen van materialen toegepast worden, zoals het gebeurt in naburige landen, namelijk het veiligheidsmaterieel met inwendige overdruk en het veiligheidsmaterieel « e ».

De bijzondere aanbevelingen die voor doel hebben de oorspronkelijke constructiehoedanigheden te bewaren, en die van belang zijn voor de elektriciens belast met schouwing en onderhoud, werden in voorgaand hoofdstuk IV gegeven.

Hier volgen alleen bijkomende aanbevelingen van algemene aard betreffende het juist gebruik van het elektrisch materieel in zijn geheel, ook van het veiligheidsmaterieel, rekening houdend met de bijzondere omstandigheden waarmee men af te rekenen heeft in de ondergrondse werken van de mijnen en enkel met het oog op een mogelijke ontvlamming van een mengsel bestaande uit mijngas en lucht.

Even herinneren aan de kenmerken van het mijngas.

Het mijngas of methaan komt vrij in werkplaatsen, pijlers en galerijen, uit het front, de vulling, en vooral uit scheuren in het gesteente, die de werken en galerijen doorsnijden.

Dit gas is lichter dan de lucht en vertoont een neiging om zich op te hopen in de hoogste punten der werken, bijzonder in de kroon der galerijen en dan bij voorkeur in de luchtkeergalerijen, alsook in neutrale zones waar de luchtverversing te wensen overlaat, en die tussen verluchtingsdeuren gelegen zijn. De toevloed van mijngas in werken en galerijen is omvangrijker bij lage barometer en concentraties zijn eveneens mogelijk wanneer er een storing optreedt in de luchtverversing, bij voorbeeld wanneer een ventilator stilvalt of een luchtdeur open staat.

Het mijngas vormt met lucht een ontvlambaar mengsel, met een onderste grens van ongeveer 6 % en een bovenste van 15 %. Boven deze grens ontstaat verstikkingsgevaar. Het reglement verbiedt evenwel het werken en voornamelijk het gebruik van elektrische toestellen bij dergelijke hoge gehalten zoals verder zal uitgelegd worden.

Voor het opsporen van het mijngas beschikt men over de volgende toestellen : de olielamp, die het mijngas aanduidt van 1,5 tot 2 % af, de benzinelamp van 1 % af, de lamp met de Von Rosen parel van 0,5 % af, en de mijngasmeter met onmiddellijke ontleding van 0,1 % af.

Aanbevelingen.

1°) *Buiten spanning stellen van de elektrische toestellen in aanwezigheid van mijngas.*

Met uitzondering van de intrinsiek veilige toestellen moeten de elektrische installaties buiten span-

intrinsèque de 1ère catégorie, dès qu'une teneur en grisou de 1 % est décelée dans le courant d'air ; pour détecter cette teneur, la lampe à huile ne convient pas, comme vu plus haut, et il faut procéder au moyen d'un lampe à benzine ou d'un grisoumètre.

Le règlement autorise cependant, dans ce cas, le maintien en service des ventilateurs.

Les mêmes installations électriques doivent également être mises hors service lorsque la présence de grisou est décelée à la lampe à flamme (à huile) à leur proximité : un amas d'air grisouteux, situé à la couronne d'une galerie, est dangereux pour le câble ou l'appareil électrique qui se trouve posé sur le sol ; en effet, en cas de chute de pierres, le grisou est entraîné vers le bas et arrive à proximité de l'appareil ou du câble au moment où celui-ci peut être blessé par les pierres et produire une étincelle.

2°) *Matériel agréé.*

Dans les endroits où un afflux de grisou est à craindre, seuls les appareils d'un type agréé, approprié à l'endroit où ils se trouvent, peuvent être utilisés dans les conditions fixées par l'agréation.

Ces endroits sont définis par le règlement de police des mines et diffèrent d'une mine à l'autre. suivant son classement au point de vue aérage. Ils comprennent en principe, dans les mines à grisou, les chantiers et travaux préparatoires et leurs retours d'air, ainsi que certaines parties des galeries d'entrée d'air.

Il faut se méfier également des zones mal ventilées (zones neutres dans certaines galeries par exemple). La figure 77 montre une armature d'éclairage étanche, mais non antidéflagrante, qui a causé une inflammation de grisou dans une telle zone. Le cliquet de fermeture s'est libéré intempestivement à la suite d'un léger choc. Le couvercle, en s'ouvrant, a permis qu'une étincelle de rupture du cir-

ning gesteld worden zohaast een mijngasgehalte van 1 % in de luchtstroom wordt vastgesteld ; zoals wij zoëven gezien hebben kan de olielamp voor deze controle niet gebruikt worden ; men moet een benzinelamp of een mijngasmeter gebruiken.

Het reglement laat evenwel toe dat de ventilatoren in dat geval in bedrijf blijven.

De elektrische installaties moeten eveneens buiten gebruik gesteld worden wanneer mijngas in hun nabijheid wordt gevonden met behulp van een vlamlamp (olielamp) ; een mijngasophoping in de kroon van een galerij is gevaarlijk voor een toestel of een kabel op de vloer ; bij steenval wordt het mijngas immers meegetrokken tot in de nabijheid van het toestel of de kabel, op een ogenblik dat deze door de stenen kan getroffen worden en vonken veroorzaken.

2°) *Aangenomen materieel.*

Op plaatsen waar een toevloed van mijngas te vrezen is mogen alleen aangenomen toestellen, aangepast aan de plaats van gebruik, aangewend worden onder de voorwaarden die door het aannemingsbesluit zijn vastgesteld.

Deze plaatsen worden door de mijnpolitie bepaald en verschillen van de ene mijn tot de andere, naargelang de indeling ervan uit oogpunt luchtverversing. Voor mijngashoudende mijnen gaat het in principe om de werkplaatsen en voorbereidende werken en hun luchtkeergalerijen, alsook om zekere gedeelten van hun luchtintrekkende galerijen.

Men moet eveneens op zijn hoede zijn voor slecht verluchte zones (bij voorbeeld neutrale zones in sommige galerijen). Fig. 77 toont een hermetische doch niet ontploffingsvaste verlichtingsarmatuur die een mijngasontvlamming heeft veroorzaakt in een dergelijke zone. De sluitpal is ontijdig open gegaan tengevolge van een lichte schok. Het deksel ging open, en dat maakte het mogelijk dat een vonk optrad wegens een verbreking van een keten,



Fig. 77.

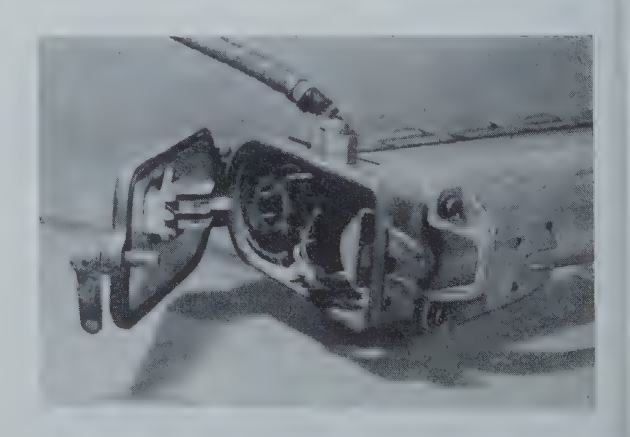


Fig. 78.

cuit se produise en présence d'une atmosphère inflammable.

L'électricien s'assurera que tout appareil placé dans les endroits définis comme lieux où un afflux de grisou est à craindre, est d'un type agréé approprié et porte, en conséquence, une plaque signalétique mentionnant l'agréation belge, seule valable dans nos mines.

Il est recommandable qu'une fiche signalétique existe, pour chaque appareil, dans les archives et en renseigne les caractéristiques. Si la plaque signalétique d'un appareil disparaît, il faut la remplacer par une nouvelle identique. Tout appareil non marqué comme il convient est à déclasser par mesure de prudence ; il en est de même pour tout appareil qui serait fêlé ou endommagé d'un manière quelconque.

Il est recommandable de pourvoir les appareils déclassés d'une marque spéciale, de façon qu'ils ne puissent resservir par erreur dans un endroit où un afflux de grisou est à craindre.

3° *Danger d'ouvrir les coffrets sous tension.*

Il est évident qu'un coffret antidéflagrant perd tout caractère de sécurité lorsqu'il est ouvert et que son appareillage interne est sous tension, puisqu'un échauffement ou une étincelle, se produisant à ce moment, peut enflammer le grisou extérieur. Il est donc recommandable d'éviter les ouvertures de coffrets sous tension dans les endroits où un afflux de grisou est à craindre. De telles ouvertures ne peuvent se faire, en cas de nécessité absolue, que dans les limites éventuellement permises par le règlement ou les arrêtés de dérogation, et avec l'accord de l'agent responsable, afin que toutes les dispositions compensatoires de sécurité soient prises à ce moment.

Il n'appartient pas à l'électricien de prendre l'initiative de créer un risque qui dépasse de loin sa compétence.

4°) *Sous-stations.*

Afin d'éviter les erreurs ayant pour conséquence la mise sous tension inopinée d'un circuit dont certains appareils seraient en cours de visite et ouverts à ce moment, il est prudent de pourvoir chaque sous-station de schémas électriques affichés bien clairement et mis à jour, où les parties de réseau à haute et à basse tensions soient bien séparées. Lorsqu'un travail doit être effectué sur une ligne, des panneaux amovibles sont apposés sur les appareils de la sous-station avec la mention « interdiction d'enclencher ». Notons que certains appareils sont équipés d'un verrouillage contre le réenclenchement intempestif con-

en dat in aanwezigheid van een ontvlambare atmosfeer.

De elektricien moet er zich van verzekeren dat elk toestel, geplaatst op een punt waar een toevloed van mijngas te vrezen is van een aangenomen type is en dus een kenplaat draagt met vermelding van de Belgische aanneming, de enige die in onze mijnen geldig is.

Het is geraadzaam in het archief van elk toestel een steekkaart met de kenmerken te hebben. Indien het kenplaatje van een toestel verloren gaat moet het door een identiek nieuw plaatje vervangen worden. Elk toestel dat niet behoorlijk gemerkt is moet voorzichtigheidshalve verwijderd worden ; hetzelfde geldt voor een toestel dat een barst of eender welke andere beschadiging vertoont.

Het is geraadzaam de afgekeurde toestellen van een speciaal kenmerk te voorzien, zodat ze niet bij vergissing opnieuw gebruikt worden op een plaats waar een toevloed van mijngas te vrezen is.

3°) *Het gevaar verbonden aan het openen van koffers onder spanning.*

Het spreekt vanzelf dat een ontploffingsvaste koffer elke veiligheid verliest wanneer hij open staat terwijl het inwendige onder spanning is, vermits een verhitting of vonk die op dat ogenblik optreedt het mijngas van buiten kan ontsteken. Bijgevolg is het geraden de koffers niet onder spanning te openen op plaatsen waar een toevloed van mijngas te vrezen is. Dit openen mag in geval van noodzaak enkel gebeuren binnen de perken die eventueel gesteld worden door het reglement of de afwijkingsbesluiten, en met toestemming van de verantwoordelijke leider, opdat alle voorzorgen die vereist zijn om het gevaar te neutraliseren, op dat ogenblik zouden genomen zijn.

De elektricien heeft het recht niet het initiatief te nemen en een risico te lopen dat zijn bevoegdheid ver te boven gaat.

4°) *Onderstations.*

Om vergissingen te voorkomen en te vermijden dat een keten waarvan sommige toestellen op hetzelfde ogenblik worden onderzocht en open staan ontijdig onder spanning wordt gezet, moet men voorzichtigheidshalve in elk onderstation duidelijk opgestelde en bijgewerkte elekrtische schema's hebben, waarop de delen van het net overeenkomend met de hoog- en de laagspanning duidelijk gescheiden zijn. Wanneer werken op een keten worden uitgevoerd, worden draagbare opschriften opgehangen aan de toestellen in het onderstation, met de vermelding « verboden in te schakelen ». Wij merken op dat sommige toestellen een vergrendeling bevatten tegen het ontijdig herinschakelen ; deze vergren-

sistant, par exemple, en une clef ou une manette de commande amovible.

5° *Câbles et boîtes de jonction.*

Les câbles sont à suspendre dans les galeries au moyen de crochets appropriés, par exemple du type en « S », et au-dessus du niveau supérieur des wagonnets, de façon qu'en cas de déraillement de ceux-ci, il ne faille pas craindre de blessures au câble.

A l'endroit d'un tournant, il est bon de placer les câbles du côté convexe, de façon qu'ils présentent davantage de mou.

Dans les parties de galeries en ligne droite, il est également utile de prévoir du mou, afin de pouvoir compenser les déformations de la galerie dues aux pressions des terrains et afin de pouvoir également déposer le câble à terre lors des travaux d'entretien ou de recarrage.

Aux endroits des travaux de recarrage, les câbles sont à déposer sur le sol et à recouvrir d'une protection efficace contre les chutes de pierres (par exemple : des pieds droits de cadres, de fortes cornières ou encore des tôles chargées de pierres et disposées sans écraser le câble) ; on prendra des précautions analogues lors des tirs effectués à proximité.

Là où les câbles traversent des portes ou des murs, il est utile de prévoir une protection contre l'écrasement, ainsi que la possibilité de sortir le câble ; pour ce faire, on peut faire passer le câble dans un tuyau.

Une attention particulière est à apporter au boîtes de jonction ; la suspension de la boîte se fera au moyen de supports suffisamment rapprochés pour éviter tout effort de flexion sur celle-ci.

Dans les puits, les câbles sont à fixer à intervalles suffisamment rapprochés ; il convient de les éloigner des colonnes de captage de grisou.

On évitera aussi de les placer en face des entrées de cages, afin qu'ils ne puissent être blessés lors d'une sortie accidentelle d'un wagonnet de la cage.

Dans les puits où il pleut, il est recommandable d'utiliser des boîtes de jonction d'un type approprié ; citons le type « chapelle », à remplissage au moyen d'une masse isolante, dans lequel les entrées de câble se font par la partie inférieure et à l'abri de l'eau.

Les câbles seront choisis de façon appropriée à la nature de l'appareil desservi. Par exemple, un appareil mobile sera raccordé à un câble souple et non pas à un câble armé qui risquerait d'être trop rapidement détérioré en raison de son manque de flexibilité.

Dans les tailles, de nombreuses précautions sont à prendre à l'égard des câbles, de façon à éviter qu'ils ne subissent des détériorations par écrase-

deling bestaat bij voorbeeld uit een demonteerbar sleutel of bedieningshefboom.

5°) *Kabels en verbindingsdozen.*

De kabels worden in de galerijen opgehangen met behulp van daarvoor geschikte haken, die bi voorbeeld een « s »-vorm hebben, en hoog genoeg boven het niveau van de wagens, zodat er bij ont sporing daarvan geen gevaar bestaat dat de ka bels zouden gekwetst worden.

In een bocht plaatst men de kabels best aan de buitenkant zodat ze meer loos vertonen.

Ook in rechtlijnige galerijgedeelten is het goe loos te geven, hetgeen de nodige speling geeft wan neer de galerij wegens gesteentedrukkingen ver vormd wordt en toelaat de kabel op de grond te leg gen bij onderhouds- en nabraakwerken.

Waar nabraken worden uitgevoerd moeten d kabels op de grond gelegd worden en overdekt wor den met een beveiliging die bestand is tegen steen val (bij voorbeeld : rechte ramenstijlen, zware hoek ijzers, of platen die met stenen bedekt zijn en z gelegd zijn dat ze de kabel niet kwetsen). Wan neer in de nabijheid geschoten wordt, worden de zelfde voorzorgen genomen.

Waar een kabel door een deur of een muur gaat doet men er goed aan hem te beschermen tegen verplettering, zodat men hem eventueel ook kan uittrekken ; hiertoe legt men hem bij voorbeeld in een buis.

Speciale aandacht moet besteed worden aan d verbindingsdozen ; de doos wordt opgehangen me behulp van steunen die dicht genoeg bij elkaa staan om elke buiging op de doos te voorkomen.

In de schachten moeten de kabels vastgemaak worden in punten die dicht genoeg bij elkaa staan ; men moet ze verwijderd houden van de mijn gascaptatieleidingen.

Men houdt ze eveneens verwijderd van de zijden overeenkomend met de ingang der kooien, zoda ze niet kunnen gekwetst worden door een wagen tje dat ontijdig uit een kooi loopt.

In schachten waar het regent gebruikt men bes verbindingsdozen van een aangepast model ; wi denken aan het type « kapel » gevuld met een isoleermassa, waarbij de kabels langs onder intre den, beschut tegen het water.

De kabels worden gekozen in overeenstemming met het bediende toestel. Een beweegbaar toeste wordt bij voorbeeld gevoed met een soepele kabe en niet met een gewapende die te vlug zou be schadigd zijn omdat hij niet buigzaam genoeg is

In de pijlers moeten talrijke voorzorgen genomen worden, zodat de kabels niet kunnen beschadig worden door verplettering of schokken. Zet men d omdrukcilinders in werking, dan is het goed d

ment ou par chocs ; au moment d'actionner les pousseurs, il convient d'éloigner le câble ; de même, les câbles qui desservent les haveuses sont à surveiller au cours du déplacement de la machine. Ces mesures de précaution sont à prendre en collaboration avec le personnel d'exploitation. Il appartient cependant au personnel électricien d'attirer l'attention de ce dernier sur les dispositions à prendre.

Avant de raccorder les conducteurs d'un câble à un appareil, il faut prendre soin de bien nettoyer la surface des conducteurs : une mince couche de couleur, par exemple, peut suffire à créer un isolement nuisible.

Avant de déplacer un coffret ou un appareil quelconque, on s'assurera que le câble est libre et présente un mou suffisant. Les appareils prévus pour être déplacés fréquemment seront adaptés en fonction de leur service et placés sur des chariots ou des châssis appropriés. Il est recommandé, lorsque c'est possible, de les déplacer hors tension et de les alimenter au moyen de câbles souples.

6°) *Entrées de câble.*

Les entrées de câble d'appareils antidéflagrants doivent être réalisés d'une manière rigoureusement antidéflagrante. Il convient, en particulier, de s'assurer que le câble présente une section et un diamètre correspondant à l'entrée prévue. Un soin attentif doit être apporté à la confection et au bon serrage de l'entrée de câble. Les tolérances d'interstices ont été décrites précédemment au chapitre IV.

7°) *Moteurs.*

L'interstice diamétral des axes doit garder une valeur inférieure au maximum toléré ; l'électricien s'en assurera lors des travaux de visite ou d'entretien.

En taille, les moteurs à boîtes à bornes saillantes seront évités autant que possible, en raison du risque de cisaillement des boulons de fixation de cette boîte, lorsque celle-ci appuie contre un élément de soutènement ou contre le matériel de la taille, à l'occasion d'un déplacement fortuit de la tête motrice. Ce cisaillement entraînerait, en effet, une ouverture brutale de la boîte avec production d'un court-circuit à l'air libre. Les moteurs à boîtes à bornes encastrées sont donc préférables. A défaut, il convient de protéger la boîte à bornes au moyen d'une tôle de protection de forte épaisseur (par exemple 15 mm) fixée au châssis par des boulons de section suffisante.

Le refroidissement et la ventilation des moteurs doivent rester bien assurés ; à cet effet, on disposera éventuellement des tôles de protection empêchant que les amas de pierres ne recouvrent les moteurs en tailles.

kabels weg te nemen ; zo ook moeten de bedieningskabels van de snijmachines tijdens de werking daarvan in het oog gehouden worden. Bij deze voorzorgsmaatregelen heeft men de medewerking van het personeel der exploitatie nodig. Het is evenwel de taak van het elektrotechnisch personeel zijn aandacht op de te nemen maatregelen te vestigen.

Vooraleer geleiders aan een toestel aan te sluiten, moet men het oppervlak van de geleiders goed zuiveren ; een dunne laag verf volstaat bij voorbeeld om een hinderlijke weerstand te veroorzaken.

Vooraleer eender welke koffer of toestel te verplaatsen moet men er zich van vergewissen dat de kabel vrij is en genoeg loos vertoont. Toestellen die dikwijls moeten verplaatst worden worden daarvoor speciaal gebouwd en op aangepaste wagentjes of basisramen geplaatst. Best is ze zo mogelijk spanningsloos te maken tijdens het verplaatsen en ze te voeden met een soepele kabel.

6°) *Kabelingangen.*

De kabelingangen van ontploffingsvaste toestellen moeten streng ontploffingsvast gemaakt zijn. Men moet er heel bijzonder op letten dat sectie en doormeter van de kabel overeenstemmen met de ingang. De kabelingang moet goed gemaakt en goed ingeklemd worden. De toleranties inzake spleten werden eerder beschreven onder hoofdstuk VI.

7°) *Motoren.*

De diametrale spleet van de assen moet beneden de maximum toegelaten waarde blijven ; de elektricien moet dit nagaan tijdens onderhouds- en schouwingswerken.

In de pijlers vermijdt men zoveel mogelijk motoren met uitspringende klemmenkast, omdat er gevaar bestaat dat de bevestigingsbouten van deze kasten afbreken wanneer ze tegen een ondersteuningselement of ander pijlermaterieel stoten omdat de aandrijfkop zich toevallig verplaatst. Het afrukken van de kast zou immers voor gevolg hebben dat ze brutaal geopend wordt waarbij een kortsluiting zou ontstaan in open lucht. Men gebruikt bijgevolg bij voorkeur motoren met ingewerkte klemmenkast. Gaat dit niet dan moet de klemmenkast beschermd worden met een dikke plaat (bij voorbeeld 15 mm) die op het basisraam wordt bevestigd met behulp van bouten van voldoende sectie.

Koeling en verluchting van de motoren moeten verzekerd blijven ; daartoe moet men soms gebruik maken van afschermingsplaten die voorkomen dat de pijlermotoren worden bedolven onder hopen stenen.

8°) *Coffrets.*

Les coffrets doivent être accessibles de façon à permettre les examens faciles et une ouverture aisée des portes.

L'électricien vérifiera périodiquement les interstices des joints au moyen de jeux d'épaisseurs ; il s'assurera au moins une fois par mois que la porte s'ouvre normalement et, à cette occasion, il prendra soin de nettoyer les surfaces d'assemblage des joints et de s'assurer également de la présence de toutes les vis prévues et en particulier sur la face arrière des appareils, qui est habituellement la moins surveillée.

Les boutons-poussoirs doivent être protégés contre une mise en marche intempestive (à la suite d'une chute de pierres, par exemple) ; l'interstice diamétral de ces boutons-poussoirs est également à surveiller, car le jeu à tendance à s'agrandir au cours de l'usage.

9°) *Protection électrique des appareils.*

Il ne faut jamais réparer un fusible, mais toujours le remplacer par un fusible de caractéristiques semblables ; il convient donc que l'électricien dispose d'une réserve de fusibles au fond.

Lors de ses visites, l'électricien s'assure que les coffrets ne présentent pas de points chauds et dans l'affirmative en vérifie la cause, qui résidera vraisemblablement dans une mauvaise connexion à l'intérieur de l'appareil ou dans le fait qu'un fusible n'aura pas été poussé à fond.

Il convient de vérifier la valeur de l'ampérage, indiquée par l'ampèremètre du coffret, et de s'assurer de la cause de toute anomalie.

Il est recommandable de protéger l'appareillage interne des coffrets vis-à-vis de l'humidité en plaçant à l'intérieur de ceux-ci un produit absorbant l'eau, tel que le silicagel, qui est à renouveler périodiquement.

L'électricien vérifiera utilement, par coups de sonde, les relais des contacteurs, leur réglage, la valeur des fusibles, celle de la tension et de l'ampérage absorbé ; cela évitera de nombreuses pannes.

Les manoeuvres ou travaux effectués avec un horaire convenu d'avance doivent être évités, car ils sont source d'erreurs et d'accidents.

Lorsqu'on travaille sur un circuit, il faut bien s'assurer que le sectionneur amont est coupé et, si le travail est de longue durée, il est de bonne précaution de mettre les phases à la terre dans la sous-station.

Lorsqu'un convoyeur blindé est bloqué, par suite d'une surcharge, il faut éviter le pianotage qui con-

8°) *Koffers.*

De koffers moeten goed bereikbaar zijn zodat ze gemakkelijk kunnen onderzocht worden en de deuren zonder moeilijkheden kunnen geopend worden.

De electricien controleert periodisch de spleten der voegen, met behulp van dikteplaatjes ; minstens eenmaal per maand gaat hij na of de deur normaal open gaat en bij die gelegenheid maakt hij de montageoppervlakken der voegen zuiver en gaat hij na of al de nodige schroeven aanwezig zijn, vooral aan de achterkant van het toestel, waar het toezicht gewoonlijk minder sterk is.

Drukknoppen moeten beschermd worden tegen ontijdig in bedrijf stellen (bij voorbeeld door een vallende steen) ; ook bij deze drukknoppen moet de diametrale spleet gecontroleerd worden, vermits de speling meestal door het gebruik toeneemt.

9°) *Elektrische bescherming der apparaten.*

Een smeltveiligheid wordt nooit hersteld, maar steeds vervangen door een andere met dezelfde karakteristieken ; de elektricien moet bijgevolg in de ondergrond een reserve van smeltveiligheden hebben.

Tijdens zijn schouwingen gaat de elektricien na of de toestellen nergens warme punten hebben ; in het bevestigend geval zoekt hij er de oorzaak van op ; meestal is het een slechte verbinding in het inwendige van het toestel of een smeltveiligheid die niet gans ingedrukt werd.

Hij moet ook de waarde van de stroom nagaan, zoals die door de ampèremeter van de koffer gegeven wordt, en van elk abnormaal verschijnsel de oorzaak opsporen.

Het is goed de apparatuur in het inwendige van de koffers te beschutten tegen de vochtigheid door er een stof in te plaatsen die water opslorpt, zoals silicagel, dat periodisch moet vervangen worden.

Het is nuttig dat de elektricien bij wijze van steekproef de relais controleert van de contactoren, hun afstelling, de waarde van de smeltveiligheden, de spanning en de opgenomen stroomsterkte ; op die manier kunnen vele storingen voorkomen worden.

Men moet vermijden bewerkingen of werken uit te voeren volgens een voorop opgestelde uurrooster, omdat dit aanleiding geeft tot fouten en ongevallen.

Wanneer men werkt aan een lijn moet men ervoor zorgen dat de scheidingsschakelaar stroomopwaarts geopend is, en wanneer een werk lang moet duren is het goed de fazen in het onderstation te aarden.

Ligt een pantsertransporteur wegens overlading geblokkeerd, dan moet men niet gaan piano spelen

siste à actionner les boutons-poussoirs du coffret en vue de provoquer des mises en marche avant et arrière alternatives ; en effet, lors d'une telle opération, les moteurs peuvent chauffer au point de griller et il en est de même des contacts dans le coffret ; ceux-ci peuvent même arriver à se souder et il est alors impossible d'arrêter le convoyeur. Dans un tel cas, il faut d'abord faire décharger le convoyeur avant de le remettre en marche.

Il convient que l'électricien soit en possession de toute la gamme d'outils qui lui sont indispensables. Il effectuera ses travaux avec soin, en prenant toutes les précautions nécessaires et sans vouloir gagner du temps au détriment de la sécurité.

10°) *Protection contre l'eau.*

Le matériel électrique doit être mis à l'abri de projections d'eau en provenance des pulvérisations et autres dispositifs utilisés dans la lutte contre les poussières.

11°) *Eclairage.*

Les installations d'éclairage, bien qu'étant à 220 ou à 110 volts, doivent être considérées comme aussi dangereuses que les installations de puissance, car les étincelles qu'elles peuvent produire sont également capables d'enflammer un mélange grisouteux.

Il ne faut pas remplacer les lampes sous tension. Lorsque le globe d'une lampe est fêlé ou endommagé, il convient de mettre le circuit immédiatement hors tension ; il est conseillé qu'une réserve de globes existe au fond. Certains types de lampes comportent un dispositif automatique de coupure de courant dès que le globe se casse ou est enlevé.

Les lampes d'éclairage en tailles sont habituellement prévues pour être fixées avec leur globe tourné vers le bas, c'est-à-dire vers le sol. Il faut veiller à ce que cette disposition soit respectée ; en effet, dans le cas où le globe serait dirigé vers le haut, il suffirait de la chute d'une pierre pour le casser, malgré son treillis de protection.

12°) *Prolongateurs.*

Il est recommandable de ne les ouvrir qu'après coupure du courant.

13°) *Transformateurs et disjoncteurs.*

Dans les appareils à huile, le niveau d'huile doit être surveillé et maintenu à sa valeur correcte ; en outre, la qualité de l'huile est à vérifier périodiquement.

op de drukknoppen van de koffer om hem opeenvolgens voor- en achterwaarts in gang te zetten ; deze operaties kunnen immers voor gevolg hebben dat de motoren tot roosteren toe worden verhit en hetzelfde geldt voor de contacten in de koffer. Het kan zelfs gebeuren dat deze laatsten aan elkaar gelast raken, en dat maakt het stopzetten van de transporteur onmogelijk. In het voorkomend geval moet men de transporteur eerst doen leegscheppen en dan zet men hem in gang.

De elektricien moet in het bezit zijn van al de voor hem onmisbare werktuigen. Hij voert zijn werk uit met zorg, en neemt alle nodige voorzorgen, zonder tijd te willen winnen ten nadele van de veiligheid.

10°) *Bescherming tegen het water.*

De elektrische toestellen moeten beschermd worden tegen waterspatten voorkomend van de verstuivers en andere toestellen die gebruikt worden in de stofbestrijding.

11°) *Verlichting.*

Al hebben de elektrische verlichtingsinstallaties slechts een spanning van 220 of 110 V, toch moeten ze beschouwd worden als even gevaarlijk als de krachtinstallaties, want de vonken die ze kunnen voortbrengen zijn eveneens in staat een mijngashoudend mengsel te doen ontvlammen.

Lampen worden niet onder spanning vervangen. Wanneer het glas van een lamp gebarsten of beschadigd is moet men de stroomkring onmiddellijk buiten spanning zetten ; best is ondergronds een reserve van dergelijke glazen te hebben. Bij sommige typen van lampen bestaat er een automatisch apparaat dat de stroom afsluit zodra het glas breekt of verdwijnt.

De verlichtingslampen in de pijlers zijn meestal zo gemaakt dat ze met het glas naar beneden staan (naar de vloer). Men moet erop letten dat dit zo blijft : wanneer immers het glas naar boven gericht is kan één steen het breken ondanks het beschermend gaas.

12°) *Verlengstukken.*

Het is geraadzaam deze slechts te openen nadat de spanning afgesloten is.

13°) *Tranformatoren en lastschakelaars.*

In toestellen met olie moet het oliepeil worden gecontroleerd en op de juiste stand gehouden ; bovendien moet de kwaliteit van de olie regelmatig worden gecontroleerd.

Dans le cas de transformateurs au quartz, on s'assurera de même que le niveau de quartz est correct. Lorsque le quartz doit être enlevé d'un tel transformateur, il est parfois difficile à l'électricien de le remettre convenablement en place, par suite du foisonnement ; cette opération est délicate et doit être confiée de préférence à un agent du constructeur, mais en tout cas, il faut s'assurer que tout le quartz qui a été enlevé est bien réintroduit avec les précautions de tassement indispensables.

On s'assurera que les disjoncteurs présentent un pouvoir de coupure suffisant, que le réglage de leurs relais convient aux caractéristiques du réseau et à celles des appareils protégés, notamment en cas de court-circuit.

14°) *Fil de masse.*

Le fil de masse relie à la terre toutes les carcasses des appareils électriques et les armures des câbles, ainsi que le conducteur de masse des câbles souples. Ce dispositif est surtout prévu pour parer au risque d'électrocution, mais il a également une incidence vis-à-vis du grisou, car en cas de masse défectueuse, des étincelles peuvent se produire aux endroits où les connexions sont en mauvais état ou mal serrées. On veillera donc au bon raccordement du fil de masse aux divers appareils et au moment de déplacer le matériel, on prendra les précautions voulues afin que ce fil ne se fasse pas coincer ou détériorer.

15°) *Précautions vis-à-vis des tirs de mines.*

Des précautions sont à prendre, lors des tirs de mines, afin que le matériel électrique, et notamment les câbles, ne subisse pas de détériorations.

16°) *Alliages légers.*

La circulaire n° 148 du 27 janvier 1964 du Directeur Général des Mines précise les règles suivantes, applicables à toutes les mines à grisou :

1) Dans les endroits où un afflux de grisou est à craindre, les appareils ne peuvent être construits en alliage léger titrant plus de 6 % de magnésium.

2) Dans les voies aérées par canars, il faut éviter d'introduire du matériel dont l'enveloppe extérieure serait en tout ou en partie constituée d'un alliage léger qui titrerait même moins de 6 % de magnésium, à l'exception des exploseurs ou des appareils de sauvetage ; dans ce cas, la surface

Bij kwartstransformatoren zal men eveneens nagaan of het kwarts het juiste niveau bereikt. Wanneer het kwarts uit een dergelijke transformator moet verwijderd worden, heeft de elektricien het soms moeilijk om het behoorlijk terug op zijn plaats te krijgen, wegens de uitzetting ; het is een moeilijke bewerking die men het best laat uitvoeren door een afgevaardigde van de bouwer ; in elk geval moet men er zich van verzekeren dat al het weggenomen kwarts terug geplaatst wordt en dat de nodige voorzorgen voor het tasten ervan genomen worden.

Men moet nagaan of de lastschakelaars een voldoende onderbrekingsvermogen hebben, of de afstelling van hun relais overeenkomt met de karakteristieken van het net en die van de beschermde toestellen, vooral voor het geval van kortsluiting.

14°) *Aardgeleiders.*

De aardgeleider vormt de verbinding tussen de aarde en al de omhulsels van de elektrische apparaten, de bewapening van de kabels en de aardgeleiders van de soepele kabels. Deze apparatuur is er vooral tegen het gevaar voor elektrokutie, maar ze heeft ook een zeker belang in verband met het mijngas want bij slechte aardverbinding kunnen vonken ontstaan op plaatsen waar de verbindingen in slechte staat of slecht aangespannen zijn.

Men ziet dus na of de aardgeleider goed aan de verschillende toestellen verbonden is en wanneer men toestellen verplaatst let men erop dat de geleider niet geklemd of beschadigd raakt.

15°) *Voorzorgen te nemen bij het afvuren van mijnen.*

Bij het afvuren van mijnen moeten de nodige voorzorgen genomen worden om te voorkomen dat het elektrisch materieel en bijzonder de kabels zouden beschadigd worden.

16°) *Lichte legeringen.*

De rondzendbrief nr 148 van 27 januari 1964 van de Directeur-Generaal der Mijnen legt de volgende regels op, die toepasselijk zijn op al de mijngashoudende mijnen :

1) Op alle punten waar een toevloed van mijngas te vrezen is, is het gebruik van toestellen in lichte legering met meer dan 6 % magnesium verboden ;

2) In galerijen verlucht met kokers moet men het gebruik vermijden van materieel waarvan het buitenste omhulsel geheel of gedeeltelijk bestaat uit een lichte legering met minstens 6 % magnesium, met uitzondering van de afvuurtoestellen en de reddingsapparaten. In dat geval moet het buitenopper-

extérieure, en alliage léger, doit être recouverte d'une peinture exempte d'aluminium et maintenue en bon état.

3) Dans les mines de troisième catégorie (à dégagements instantanés de grisou), l'emploi de tout matériel en alliage léger, titrant même moins de 6 % de magnésium, est à proscrire de tout front d'abattage, en charbon ou en roches, et jusqu'à une distance de ce front fixée en accord avec l'ingénieur des mines, sauf s'il s'agit d'exploseurs, d'appareils de mesure ou de sauvetage, recouverts d'une couche de peinture appropriée.

17°) *Appareils portatifs de contrôle d'isolement.*

Le contrôle de l'isolement d'un réseau, comprenant notamment des câbles, ne peut se faire au moyen d'ohmmètres du type Megger, à 500 volts ou à 1.000 volts par exemple, qu'après s'être assuré qu'il n'existe pas d'atmosphère à teneur en grisou supérieure à 1 % sur la longueur du réseau à vérifier.

En effet, ce contrôle d'isolement peut avoir pour effet de charger la capacité des câbles et celle-ci, en se déchargeant à l'endroit d'un défaut, peut produire une étincelle capable d'enflammer le grisou.

De même, il faut s'assurer qu'il n'existe pas d'atmosphère grisouteuse à l'endroit où l'on utilise l'appareil de contrôle d'isolement ; en effet, lorsque les câbles à vérifier présentent un haut degré d'isolement, la capacité peut conserver la charge résultant de la tension du réseau auquel les conducteurs étaient antérieurement raccordés, et dans ce cas, une décharge peut se produire à travers le Megger au moment où on le branche, avec production d'une étincelle capable d'enflammer le grisou.

Il est à conseiller de décharger la capacité des câbles après contrôle de l'isolement d'un réseau à haute tension, en mettant les conducteurs à la terre après la mesure et avant déconnexion de l'appareil Megger.

Les mêmes précautions sont à prendre lors des contrôles de la continuité du circuit de masse.

18°) *Réparations.*

Aucun trou ni soudure ne doit être effectué à un coffret dans les travaux souterrains.

Les travaux de réparation se feront à l'intervention du constructeur ou à l'atelier de surface du charbonnage, par un personnel qualifié et sous une surveillance adéquate.

vlak waar het in een lichte legering is, bedekt zijn met een laag verf die vrij is van aluminium en die in goede staat gehouden wordt ;

3) In de mijnen van de derde kategorie (met mijngasdoorbraken) moet het gebruik van elk toestel in lichte legering, zelfs als die minder dan 6 % magnesium bevat, verboden worden aan de winfronten, zowel in kolen als in stenen, en dat tot op een afstand van dit front gemeten, die in overleg met de Mijningenieur wordt vastgelegd ; dit geldt evenwel niet voor afvuurtoestellen, reddingsapparaten of meetapparaten, als ze bedekt zijn met een laag voor dit doel geschikte verf.

17°) *Draagbare isolatiemeters.*

Het meten van de isolatieweerstand van een net, dat ondermeer kabels bevat, door middel van een ohmmeter van het type Megger, op bijvoorbeeld 500 of 1000 V, mag alleen gebeuren nadat men er zich van verzekerd heeft dat er nergens langs de te controleren keten een atmosfeer heerst met meer dan 1 % mijngas.

Deze isolatiecontrole kan immers voor gevolg hebben dat de kabels capacitief worden opgeladen, en deze capaciteit kan door zich te ontladen in een punt waar een fout bestaat, vonken veroorzaken die in staat zijn het mijngas te ontsteken.

Evenzo moet men er zeker van zijn dat er geen mijngashoudende atmosfeer heerst op de plaats waar men het isolatie-controletoestel gebruikt ; wanneer immers de te controleren kabels een hoge isolatieweerstand hebben, kan de lading veroorzaakt door de spanning van het net waarmee de kabels voordien verbonden waren door de capaciteit bewaard blijven ; in dat geval kan er een ontlading optreden doorheen de Megger op het ogenblik dat hij wordt aangesloten, waarbij een vonk kan ontstaan die in staat is het mijngas te ontsteken.

Het is geraadzaam na de isolatiemeting op een hoogspanningsnet de capaciteit van de kabels te ontladen, door de geleiders met de aarde te verbinden nadat de meting is gebeurd en voordat de Megger wordt afgekoppeld.

Dezelfde voorzorgen moeten genomen worden bij de controle op eventuele onderbreking van de aardgeleider.

18°) *Herstellingen.*

In de ondergrond mag in een koffer geen enkel gat gemaakt worden of geen enkele las uitgevoerd worden.

Herstellingswerken gebeuren door de zorgen van de bouwer ofwel in de bovengrondse werkplaats van de mijn, en dan worden ze uitgevoerd door een

Le personnel chargé des réparations devrait être en possession des normes et suivre scrupuleusement les spécifications de celles-ci, de façon que le matériel garde toujours ses qualités de sécurité vis-à-vis du grisou.

19°) *Lignes de tir.*

Les étincelles, susceptibles de se produire au moment de la manoeuvre de l'exploseur (dynamo), par suite d'un défaut d'isolement des deux conducteurs ou par rupture d'un de ces conducteurs, sont capables d'enflammer le grisou.

Les connexions doivent donc être bien isolées et décalées l'une par rapport à l'autre sur chaque fil. Un court-circuit peut, en effet, se produire, soit par contact direct entre deux conducteurs dénudés, soit indirectement par l'intermédiaire de l'humidité ou d'une pièce métallique. Dans les deux cas, le danger est le même.

Les lignes de tirs doivent être agréées et la mention de cette agréation est imprimée d'une manière continue sur l'isolant du fil.

Les lignes volantes sont remontées tous les jours ; elles peuvent être à conducteurs séparés ou à conducteurs accolés ; les lignes volantes à conducteurs séparés sont obligatoires dans les galeries humides.

Les lignes fixes sont à conducteurs séparés ou se présentent sous forme d'un câble entouré d'une armure en acier ou d'une gaine de protection isolante et souple de 15 mm de diamètre.

Il est recommandable d'utiliser, dans la mesure du possible, des lignes de tirs constituées d'un seul tronçon.

Le bon état et le bon isolement des conducteurs des lignes de tirs doivent être vérifiés périodiquement.

CONCLUSION.

Nous ferons nôtre la conclusion d'un film didactique français sur les précautions à prendre lors de l'emploi de l'électricité dans les travaux souterrains des mines

« L'électricité allège la peine des hommes et permet d'effectuer les tâches qu'il était impossible de réaliser il y a 25 ans. Grâce à elle, le mineur est devenu un technicien. Il faut qu'il agisse en conséquence ».

Il appartient donc au personnel électricien de prendre ou de faire prendre, en collaboration étroite avec le personnel d'exploitation, toutes les précautions désirables afin que l'électricité ne puisse constituer un danger vis-à-vis de la mine et du personnel qui y est occupé.

geschoold personeel en onder toezicht van een bekwame opzichter.

Het personeel dat met de herstellingen belast is zou in het bezit moeten zijn van de normen en de bepalingen ervan nauwkeurig opvolgen, zodat het materieel zijn ontploffingsvast karakter steeds behoudt.

19°) *Schietlijnen.*

De vonken die kunnen optreden op het ogenblik dat het afvuurtoestel (dynamo) in werking treedt, wegens een gebrekkige isolatie tussen de twee geleiders of door een breuk van één der geleiders, kunnen het mijngas doen ontvlammen.

Bijgevolg moeten de verbindingen goed geïsoleerd worden en op de twee geleiders een zekere verschuiving ten opzichte van elkaar hebben. Kortsluiting kan immers ontstaan zowel door rechtstreeks contact tussen twee blote geleiders, als onrechtstreeks door tussenkomst van vochtigheid of een metalen voorwerp. Het gevaar is in de beide gevallen hetzelfde.

De schietlijnen moeten aangenomen worden en de vermelding van deze aanneming wordt doorlopend in het isolatiemateriaal van de lijn gedrukt.

De losse lijnen worden dagelijks mee naar boven genomen ; ze kunnen bestaan uit afzonderlijke of samengevoegde geleiders ; in vochtige galerijen mogen de losse lijnen enkel gescheiden geleiders bevatten.

Vaste lijnen hebben gescheiden geleiders of hebben de vorm van een kabel omgeven met een staalbewapening of een soepele beschermende huls, met een doormeter van 15 mm.

Het is geraadzaam zoveel mogelijk schietlijnen uit één stuk te gebruiken.

De staat en de isolatie van de geleiders der schietlijnen moeten periodisch gecontroleerd worden.

BESLUIT

Wij maken tot het onze, het besluit van een franse didaktische film over de voorzorgen te nemen bij het gebruik van de elektriciteit in de ondergrondse werken van de mijnen :

« De elektriciteit verlicht de inspanningen van de mensen en laat hen taken uitvoeren die ze 25 jaar geleden niet aankonden. Dank zij de elektriciteit is de mijnwerker een technieker geworden. Hij moet dan ook als zodanig handelen ».

Bijgevolg heeft het elektrotechnisch personeel tot taak, in enge samenwerking met de mensen van de ontginning, alle gewenste voorzorgen te nemen of te doen nemen om te voorkomen dat de elektriciteit een gevaar zou vormen voor de mijn en het personeel dat erin werkt.

ANNEXE 1

LISTE DES GAZ EXPLOSIBLES REPRIS DANS LES NORMES

(cette liste n'est pas limitative).

LIJST VAN DE IN DE NORMEN BEHANDELDE ONTPLOFBARE GASSEN

(deze lijst is niet beperkend)

Acétaldéhyde ; acétone ; acétate de butyle ; acétate d'éthyle ; acétate d'amyle ; acétate de méthyle ; acétate de propyle ; acétylène ; acétylacétone ; acide acétique ; alcool amylique ; alcool éthylique ; alcool isobuthylique ; alcool méthylique ; aldéhyde acétique ; amphétamine ; ammoniac ; amyl. méthyl. cétone ; aniline.

Benzène ; bromobutane ; bromoéthane ; butane ; butanol ; buta I. 3. diène ; butylamine ; butyl. méthyl. acétone.

Coal. tar. naphta ; chloroéthane ; chloroéthanol ; chloro. éthylène ; chlorobenzène ; chlorobutane ; chlorométhane ; chlorure d'éthyle ; cyclohexane ; cyclohexanone ; cyclohexylamine ; cyclohexanol ; crésol.

Décane ; décahydronaphtalène ; diacétone alcool ; diaminoéthane ; dichlorobenzène ; dichloroéthane ; dichloropropane ; diéthylamine ; diethylaminioéthanol ; diméthylamine ; diméthylformamide ; diméthylaniline.

Ethane ; éthanol ; éthanolamine ; éther éthylique ; éthylbenzène ; éthylène ; éthyle. méthyle. acétone.

Formaldéhyde ; formiate de méthyle ; formiate d'éthyle.

Gaz à l'eau ; gaz de four à coke ; gaz de haut fourneau ; gaz de houille ; gaz de ville (contenant moins de 57 % d'hydrogène et 16 % d'oxyde de carbone) ; glycol d'éthyle ; grisou (méthane naturel).

Heptane ; hexane ; hexanol ; huile de térébentine ; hydrogène.

Iso. octane.

Kérosène.

Métaldéhyde ; méthane naturel (grisou) ; méthane industriel (contenant moins de 10 % d'hydrogène) ;

Acetaldehyde ; aceton ; butylacetaat ; ethylacetaat ; amylacetaat ; methylacetaat ; propylacetaat ; acetyleen ; acetylaceton ; acetylzuur ; amylalkool ; éthylalkool ; isobutylalkool ; methylalkool ; acetylaldehyde ; amfetamine ; ammoniak ; amylmethylceton ; aniline.

Benzeen ; bromobutaan bromocthaan ; butaan ; butanol ; buta 1.3. dieen ; butylamine ; butylmethylceton.

Coal. tar. naphta ; chloroethaan ; chloroethanol ; chloroethyleen; chlorobenzeen; chlorobutaan; chloroethaan ; ethylchloride ; cyclohexaan ; cyclohexylamine ; cyclohexanol ; crysol.

Decaan ; decahydronaftaleen ; diacetonalkool ; diaminoëthaan ; dichlorobenzeen ; dichloroethaan ; dichloropropaan ; diethylamine ; diethylaminoëthanol ; dimethylamine ; diemthylformamide ; dimethylaniline.

Ethaan ; ethanol ; ethanolamine ; ethyleter ; ethylbenzeen ; ethyleen ; ethylmethylaceton.

Formaldehyde ; methylformiaat ; ethylformiaat.

Watergas ; cokesovengas ; hoogovengas ; kolengas ; stadsgas (met minder dan 57 % waterstof en 16 % koolmonoxyde) ; ethylglycol ; mijngas (natuurlijk methaan).

Heptaan ; hexaan ; hexanol ; terpentijnolie ; waterstof.

Isoöctaan.

Keroseen.

Metaldehyde ; natuurlijk methaan (mijngas) ;industrieel methaan ; (met minder dan 10 % water-

méthanol ; méthylcyclohexane ; méthylcyclohexanol ; méthylamine ; méthylacétoacétate ; méthyl. éthylcétone.

n. acétate de butyle : n. acétate de propyle ; n. butanol ; naphtalène ; naphte du pétrole ; nitrate d'éthyle ; nitrite d'éthyle ; n. octane ; nonane ; nonanol.

Octaldéhyde ; oxalate de diéthyle ; octanol ; oxyde de carbone ; oxyde d'éthylène.

Paraformaldéhyde ; paraldéhyde ; pentane ; pentanol ; phénol ; propane ; propylamine ; pyridine.

Sulfure de carbone.

Toluidine ; toluène ; triéthylamine ; triméthylamine; triméthylbenzène.

Vapeur de pétrole.

Xylène.

stof) ; methanol ; methylcyclohexaan ; methylcyclohexanol ; methylamine ; methylacetoacetaat ; methylethylceton.

n. butylacetaat ; n. propylacetaat ; n. butanol ; naftaleen ; petroleumnaphta ; ethylnitraat ; ethylnitriet; n. octaan ; nonaan ; nonanol.

Octaldehyde ; diethyloxalaat ; octanol ; koolmonoxyde ; ethyleenoxyde.

Paraformaldehyde ; paraldehyde ; pentaan ; pentanol ; phenol ; propaan ; propylamine ; pyridine.

Zwavelkoolstof ;

Toluidine ; tolueen ; triethylamine ; trimethylamine; trimethylbenzeen.

Petroleumgassen.

Xyleen.

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. **A 2545** Fiche n° **46.134**

H. DAMBERGER. Inkohlungsmerkmale, ihre statistische Bewertung und ihre Anwendbarkeit bei der tektonischen Analyse im Saarländischen Steinkohlengebirge. *Caractéristiques de houillification, son appréciation statistique et son applicabilité à l'analyse tectonique dans les terrains houillers sarrois.* — **Thèse de Docteur en Sciences à la Faculté des Sciences de l'Académie des Mines, Ecole Technique Supérieure,** Clausthal, 1966, 12 juillet, 99 p., 74 fig.

A. *Partie générale.* 0. Introduction : Déroulement (dans le temps) de la houillification. 01. 1ère phase de la houillification (Diagenèse). 02. 2de phase ou phase géochimique de la houillification (Métamorphose). — 1. Matériel employé et étude de celui-ci au laboratoire. 11. Echantillonnage et étendue de celui-ci. 12. Etudes en laboratoire. — 2. Examen, triage et appréciation du matériel. 21. Modification des caractéristiques de houillification en fonction de la profondeur et 1ère évaluation. 22. Interconnexité des caractéristiques de la houillification. (Diagramme à 2 valeurs). 23. Elaboration de valeurs moyennes sur le diagramme précédent (à 2 valeurs) et établissement des courbes de houillification normalisée. 24. Récapitulation des données de houillification et des coupes. Tracé de cartes de houillification. B. *Partie statistique.* 3. Evaluation statistique des caractéristiques de houillification. 31. De la méthode statistique. 32. Evaluation statistique des caractéristiques de houillification dans les diagrammes de profondeur. 33. Evaluation statistique dans les diagrammes à 2 valeurs. 4. Discussion des causes de dispersion qui surviennent. 41. Prélèvement d'échantillons. 42. Tolérances et intervalles de dispersion des analyses de laboratoires. 43. Influence des différences de conductibilités caloriques existant entre deux échantillons provenant de strates différentes, sur la dispersion dans les diagrammes des profondeurs. 44. Dispersions au voisinage de la surface. C. *Partie concernant la tectonique régionale.* 5. Affirmations apportées par les études de la houillification utiles à l'interprétation de la tectonique du Houiller de la Sarre. 51. Age des plissements des terrains (Anticlinal principal sarrois — Faille de Warndt en Lorraine). 52. Age des charriages. 53. Age des plissements

latéraux. 54. Age des dérangements transversaux. 55. Résumé. Bibiliographie (90 titres).

IND. **A 2545** Fiche n° **47.771**

H.W. WEINGARDT. Probleme und Methoden der Flözgleichstellung im Saarkarbon. *Problèmes et méthodes de la synchronisation des couches du Houiller de la Sarre.* — **Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft,** 1965, Vol. 117, 1966, septembre, p. 136/146, 5 fig.

A titre d'introduction, l'auteur donne un résumé historique du développement de la synchronisation et de la synonymie des couches dans le bassin de la Sarre et fait mention des méthodes appliquées dans le passé. Passant à la nouvelle synchronisation des couches en cours d'élaboration, simultanément à une nouvelle dénomination (par 3 chiffres), il montre les exigences modernes requises par l'exploitation houillère. Il examine ensuite les méthodes et les possibilités offertes en vue de synchroniser aussi rapidement et aussi exactement que possible les couches dans le Carbonifère limnique de la Sarre et met en évidence les difficultés qui se présentent à cette occasion. Pour terminer, il explique, sur la base des expériences pratiques acquises à ce jour, les éléments de la méthode la mieux appropriée à la synchronisation des couches.

B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 12** Fiche n° **47.598**

C.E. GREGORY. Some aerodynamic effects of bratticing in shafts. *Quelques effets aérodynamiques du cloisonnement (galandage) des puits.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication G 7, 8 p., 7 fig.

Le travail de recherche a montré que les pertes de charge aérodynamique dues aux moises (solives, partibures) transversales des puits peuvent être réduites en recourant à des cloisons d'interférence. Une extension de ce principe au cloisonnement des puits par un galandage à voile mince, réaliserait une plus grande réduction des pertes de pression d'aérage et d'une manière moins onéreuse que par une paroi de galandage solide en matériaux durs. Dans tous les cas, les résultats des mesures montrent que dans n'importe quelle forme de cloisonnement du puits, il importe d'avoir des surfaces verticales ininterrompues, lisses, qui devraient se disposer directement au travers du puits et se raccorder aux parois. De cette façon, la couche limitrophe des filets d'air, c'est-à-dire des courants tourbillonnaires est contrôlée et la résistance offerte au courant d'air s'en trouve réduite.

IND. **B 4110** Fiche n° **47.577**

R. AHCAN et R. VESELINOVIC. Development in underground mining of coal and ore deposits. *Développements dans l'exploitation des gisements de charbon et de minerais par des méthodes souterraines.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication D 2, 14 p., 9 fig.

Dans le 1ère partie R. Ahcan traite des méthodes appliquées pour l'exploitation des couches de charbon de grande épaisseur. Après avoir exposé les conditions difficiles, tant au point de vue géologie qu'exploitation minière, du gisement de lignite de Yougoslavie, il décrit les méthodes de dépilage appliquées, ainsi que les données techniques, le développement et les résultats afférents à la méthode des longues tailles foudroyées dite « méthode de Velenje ». Il mentionne ensuite les tendances récentes manifestées dans le développement subséquent de l'exploitation des couches puissantes, comprenant entre autres l'introduction du soutènement mécanisé par boucliers ainsi que les résultats acquis à ce jour. Dans la 2ème partie R. Veselinovic passe en revue certaines méthodes de dépilage appliquées dans les gisements de minerais de faible épaisseur, c'est-à-dire des filons de minerais de pb et de zn. Il décrit deux méthodes d'exploitation : a) la méthode du sublevel (exploitation par niveau inférieur avec chantiers d'abattage ouverts, avec ses deux variantes : avec ou sans reprise des piliers) ; b) la méthode avec chambres-magasins, procédé qui se caractérise par le chargement mécanisé du minerai abattu. Pour chacune de ces méthodes, l'auteur expose : a) les caractéristiques et faits saillants, d'ordres géologique et minier, propres aux gisements de minerais qui motivèrent l'application de nouvelles méthodes d'exploitation ; b) principe à la base des opérations ; c) différentes méthodes de traçage et de préparation des blocs et panneaux ; d) descriptions d'opérations individuelles ; e) résultats d'opérations obtenus. Pour terminer, on fournit une vue panoramique sur la technique du tir en masse appliqué pour la reprise des piliers de sécurité subsistant entre deux chantiers dépilés.

IND. **B 4110** Fiche n° **47.584**

K. MATYSEK. Etat actuel et orientation dans le développement de la mécanisation de l'exploitation des couches minces du Bassin « Ostrava-Karvinsk » (en russe). — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication E 2, 12 p., 12 fig.

Brève présentation du principal bassin tchèque, caractérisé par ses couches minces ; revue des méthodes d'exploitation en application, principales étapes de la mécanisation au fond, photos. Schémas et caractéristiques techniques des engins d'abattage de construction nationale ou étrangère en usage dans ce bassin, rabot, rabot bélier, haveuses à passe réduite, complexes d'abattage, etc... Analyse des

résultats obtenus à ce jour grâce à la mécanisation poussée des moyens d'abattage. Le problème du dépilage sans personnel dans le cas des couches minces.

Suggestions. Biblio. 6 réf.

Résumé Cerchar, Paris.

IND. **B 4112** Fiche n° **47.761**

H. BURN. A thin seam advance/retreat long wall working. *Une exploitation rabattante, longue taille, traçages en avant, en couche mince.* — **Colliery Guardian,** 1967, 22 septembre, p. 325/332, 13 fig. et 3 novembre, p. 515/516, Discussion.

Le charbonnage de Morrison Busty, dans le bassin de Durham exploite une taille de 192 m dans une couche de 0,53 m. Les voies sont creusées en avant de 50 à 70 m et avec moyens mécaniques : deux machines à forer Atlas Copco avec béquilles pneumatiques, pour les 4 voies, explosifs, chargement avec chargeuses Eimco sur chenilles. L'exploitation est rabattante, ou semi-rabattante, les voies n'étant pas poussées jusqu'aux limites du panneau. Le travail à la pierre, entre autres avantages, est indépendant de celui de la taille mais la quantité de pierre est beaucoup plus grande. Le déblaiement se fait par scrapers avec treuils Joy Sullivan 35 ch et convoyeurs. La taille est équipée d'un rabot-ancre de 41 cm avec ancrages hydrauliques Westfalia et Bolton, étançons hydrauliques. Les résultats obtenus sont satisfaisants. On a obtenu un déhouillement d'environ 320 m^2/poste. L'article fournit d'abondants détails sur l'organisation du travail, l'équipement, l'appareillage électrique, la ventilation, la sécurité, les résultats et conclusions.

IND. **B 4210** Fiche n° **47.606**

A. WRIGHT. The development of coalface equipment in inclined seams. *Perfectionnements des engins de taille utilisés en couches inclinées.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication 13, 12 p., 10 fig.

L'auteur décrit les efforts que le N.C.B., en collaboration avec les fabricants britanniques, a développés pour la mise au point d'équipements mécanisés de tailles pentées. Ceux-ci concernent en particulier : 1) l'abatteuse-chargeuse à tambour (système de graissage modifié, dispositifs spéciaux pour assurer le halage et la sécurité, blocage sur le convoyeur, contrôle du niveau de coupe) — 2) le convoyeur blindé (soc de chargement spécial, haussettes spéciales, dispositif de tension correcte des chaînes, stations d'ancrage, vérins pousseurs) — 3) soutènements mécanisés ; relativement à ceux-ci les principaux problèmes qui se posent sont les suivants : a) maintenir la stabilité du soutènement à la fois lorsqu'il est placé entre toit et mur et lorsqu'il est en voie d'être ripé — b) contrôler sa direction au moment du ripage et disposer d'une poussée nécessairement contrôlable pour le ripage du convoyeur et des éléments de soutènement. La direction de l'avancement de la taille et le positionnement du front ont une forte influence sur la réussite de l'exploitation en veine pentée, mais l'utilisation d'un équipement de taille moderne avec soutènement mécanisé réduit l'importance de ce problème. Pour s'adapter à toutes les circonstances, on devrait disposer d'un équipement permettant l'exploitation des tailles avançant dans la direction du pendage maximal ou à angle droit de celui-ci. Le matériel britannique actuellement disponible a permis de traiter ces deux cas avec succès.

IND. **B 426** Fiche n° **47.576**

I. JANELID et R. KVAPIL. Abbau von Erzlagerstätten mit Teilsohlenbruchbau in Schweden. *Exploitation des gisements de minerais par la méthode de foudroyage par sous-étages en Suède.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication D I, 8 p., 11 fig.

Les auteurs décrivent en détail la méthode de foudroyage par sous-étages, avec ses modalités d'application, telle qu'on la pratique à Kiruna pour l'exploitation des gisements de minerais de fer compacts, en amas puissants. Les exigences formulées à l'adresse de la méthode sont, en plus des objectifs habituels du rendement et de l'économie, le dépilage intégral du gisement, les déperditions minimales aux remblais surtout lors d'une évacuation des produits abattus, qui doit s'effectuer au maximum par gravité. Ce dernier impératif a motivé la mise au point d'une méthode de planification qui permet la détermination des paramètres optimaux du foudroyage par sous-étages. Le système de planification est basé sur les lois de l'écoulement par gravité d'un matériau tout-venant, en gros blocs, il dépend de l'emplacement, de l'orientation et de l'ossature du réseau des voies de soutirage et de transport, de la hauteur de tranche, de l'avancement unitaire, des hauteur et largeur des voies de soutirage, de la largeur du pilier abandonné entre celles-ci, de la pente du front de la tranche, de la direction du dépilage, du système de soutirage du minerai dans les voies de déblocage, de la granulométrie des blocs abattus, tant du minerai que des stériles, etc... A titre complémentaire, les auteurs traitent des questions relatives au régime des tensions des terrains, ces facteurs influençant la détermination de certains paramètres du foudroyage par sous-étages. L'exposé fournit des résultats de l'application de la méthode, avec simultanément, des données relatives aux équipements, aux machines et à leurs auxiliaires.

IND. **B 426** Fiche n° **47.580**

G.M. MALAKHOV. Nouvelles méthodes de développement et d'exploitation souterraine des gisements puissants dans le Bassin de Krivoï Rog (en russe). — Vme **Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication D 5, 12 p., 11 fig.

Jusqu'ici dans les mines du Bassin de Krivoï Rog, la méthode d'exploitation par sous-étages foudroyés et abattage par longs trous prédomine. Cependant avec des surfaces de panneau de 2000 à 2500 m^2, la tenue des galeries au niveau de scrapage est compliquée et coûteuse. Aussi, au cours des dernières années, cet inconvénient a motivé la mise au point d'une méthode d'exploitation également par sous-étages foudroyés, mais la surface du panneau exploité n'excède pas 800 m^2. L'une des modifications rationnelles apportées à l'ancienne méthode est l'utilisation des tranches inclinées, abattues en masse dans le vide de compensation et dans la cheminée inclinée. Les tendances principales du développement des méthodes d'exploitation dans le Bassin de Krivoï Rog sont les suivantes : 1) extension du domaine d'emploi de l'abattage du minerai par trous profonds tant avec la méthode des sous-étages foudroyés qu'avec celle des voies de sous-étages, avec réduction des méthodes improductives et dangereuses de l'abattage par trous de mine ou charge de mine — 2) application de schémas nouveaux de développement avec un sous-étage collecteur équipé avec installations automatiques de convoyeurs, dans les voies creusées sous le vide foudroyé — 3) mise au point de méthodes nouvelles de découpe et de développement assurant la mécanisation des travaux auxiliaires et l'augmentation du rendement — 4) modification des schémas et des méthodes du creusement des préparatoires et des traçages avec utilisation de l'équipement auto-propulseur — 5) réalisation du transport continu du minerai abattu, à l'aide du déblocage par convoyeurs aux niveaux collecteurs et principal.

IND. **B 43** Fiche n° **47.905**

F. MARTOS. Contributions à l'étude des problèmes relatifs à l'abattage des stots de puits. — **Publications de l'Institut de Recherches Minières** (Hongrie), n° 10, 1967, p. 3/9, 8 fig.

Les travaux d'exploitation des stots par des puits verticaux doivent être projetés et exécutés de façon que le puits lui-même subisse le moins de déplacements possibles. Pour des couches presque en plateure, l'abattage concentricosymétrique rapporté à l'axe du puits peut être réalisé en avançant et en rabattant, respectivement. Pour l'étude de la différence des déplacements observés dans l'axe du puits et dépendant de la direction de l'abattage, l'auteur a procédé à des essais sur modèle réduit. Les résultats de ses mesures sont exprimés par des calculs de régression et par des fonctions d'approximation. Conformément au modèle de principe, la direction d'abattage rabattante (en direction du puits) se montre la plus avantageuse.
Résumé de la revue.

IND. **B 50** Fiche n° **47.563**

H. HAERTIG. Die neuere Entwicklung der Tagebautechnik in der Deutschen Demokratischen Republik. *Le nouveau développement des entreprises d'exploitation à ciel ouvert en République Démocratique Allemande.* — Vme **Congrès International des Mines,** 1967, Moscou, Communication B 4, 15 p., 8 fig. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre/octobre, p. 231/232.

L'auteur passe successivement en revue les exploitations minières ci-après : A) *Exploitations de lignite à ciel ouvert :* Dans celles-ci, le point essentiel des opérations réside dans le déblaiement, compte rendu détaillé et circonstancié de la technique et de la technologie appliquées. A partir d'une énumération des plus grands équipements et installations d'exploitation mis en oeuvre, il se livre à certaines considérations de principe sur le niveau actuel des équipements d'extraction, d'enlèvement et de transport pour travaux de découverte. Ensuite il expose brièvement les technologies de déblaiement et en déduit une évaluation critique des indices enregistrés. Seront ainsi successivement traités : 1) le service à portique de reprise pour déblaiement ; 2) le versement direct ; 3) le dragage à trait de roulage ; 4) le dragage à bande transporteuse. Les résultats d'exploitation réalisés et à réaliser déterminent l'évolution future. Pour terminer, il sera fait allusion à de nouvelles découvertes en perspective. B) *Exploitations de minerai à ciel ouvert.* Jusqu'à présent, il n'existe que quelques petites exploitations ; leur équipement technique ne répond qu'en partie aux exigences de la technique moderne. Détails de la technique et de la technologie qui seront appliquées dans deux grandes exploitations de minerai (50 Mt/an) qui ont été ouvertes, il y a quelques années. C) *Exploitations à ciel ouvert des produits de carrières et de dragage :* (carrières de pierres à chaux, de dolomite, d'anhydrite ; carrières pour l'extraction de gros blocs de granit ; ardoisières ; sablières et gravières ; glaisières et kaolinières.

IND. **B 50** Fiche n° **47.564**

M.G. NOVOGILOV. Progrès réalisés dans les exploitations à ciel ouvert de minerais et recherche des moyens capables d'activer ces progrès (en russe). — Vme **Congrès International des Mines,** 1967, Moscou, Communication B 5, 8 p., 8 fig. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre/octobre, p. 232.

L'auteur examine l'état actuel ainsi que les tendances futures de l'évolution des exploitations à ciel ouvert des quartzites ferrugineux de Krivoï Rog, ain-

si que celles des couches horizontales des minerais de manganèse de Nikopol. Des progrès notables ont été obtenus en matière de forage, de minage, de traçage des tranchées et dans l'application de transport par rails et par camions lors de l'exploitation intensive des étages actifs des carrières. Des méthodes technologiques à rendement élevé, basées sur une opération continue, combinées aux convoyeurs à bande, ont été appliquées dans les mines à ciel ouvert de Krivoï Rog ; des résultats encourageants ont été obtenus grâce à l'introduction des calculatrices électroniques dans la gestion opérationnelle et dans la planification des travaux de carrières. Dans le bassin des mines de manganèse de Nikopol, des succès indéniables ont été atteints grâce à la mise en oeuvre d'engins de haute capacité à action continue, construits en URSS, pour l'exploitation des couches horizontales épaisses de minerai, recouvertes par de grandes épaisseurs de morts-terrains meubles. On a appliqué également la méthode d'exploitation dépourvue de moyens de transport, mais utilisant les puissants draglines (godet de 15 à 25 m^3, longueur de flèche jusqu'à 100 m), ainsi que des ponts roulants servant à transporter et à basculer les produits, de même que des basculeurs à bande ayant une flèche de 180 m de longueur. L'auteur formule une appréciation des différentes méthodes d'exploitation à ciel ouvert essayées et énumère les voies permettant d'activer le progrès de la technique dans ce domaine.

IND. **B 512** Fiche n° **47.560**

E.P. BERG. The latest development in the United States of America coal stripping equipment and operations. The development of large stripping and drilling machines. *Les récents développements de l'exploitation du charbon par découvertes aux Etats-Unis. Le développement de puissantes machines d'excavation et de forage.* — **Vme Congrès International des Mines,** 1967, Moscou, Communication B 3, p. 1/5, 5 fig. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre-octobre, p. 230/231.

Les efforts développés au cours des dernières années par les compagnies minières pour augmenter la production de leurs exploitations tout en réduisant simultanément les prix de revient au minimum, furent couronnés de succès grâce à la création d'équipements géants pour découverte et d'installations de forage dont les grandes puissances ont permis de réduire les dépenses/m^3 découvert à quelques cents. Actuellement, les excavateurs du type pelles mécaniques avec godets de capacité de 140 m^3 sont en service et il n'existe aucune raison technique empêchant les ingénieurs et les firmes de construire des engins à godets de 230 m^3. A présent, les draglines avec godet de capacité de 100 m^3 et flèche de 90 m sont mis en pratique ; on construit un dragline équipé d'un godet de 168 m^3 de capacité ; sa production annuelle est de 50 Mm^3. De puissantes foreuses rotatives forent actuellement des trous de 380 mm de diamètre ; à l'avenir il faudra forer des trous à diamètre encore plus grand. La capacité des camions-bennes atteint à présent 220 t, mais des possibilités potentielles existent pour l'augmenter encore. Parallèlement à l'augmentation de la puissance des machines, des changements dans la construction furent réalisés : on a perfectionné les systèmes d'alimentation et de commande, les mécanismes de marche, les sources d'alimentation et l'équipement auxiliaire, notamment le système de graissage et les dispositifs de protection.

IND. **B 512** Fiche n° **47.561**

J.D. REILLY. The latest development in the United States of America coal stripping equipment and operations. The development and potential of the coal stripping industry. *Les récents développements de l'exploitation du charbon par découvertes aux Etats-Unis. Développement et potentiel de l'industrie de l'exploitation du charbon par découvertes.* — **Vme Congrès International des Mines,** 1967, Moscou, Communication B 3, p. 5/7. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre-octobre, p. 230/231.

L'équipement puissant de forage et de découverte ne constitue pas le seul facteur aidant l'industrie houillère des U.S.A. à survivre. Les compagnies minières elles-mêmes en collaboration avec leur ancien consommateur le plus important, les chemins de fer, ont étudié une nouvelle méthode de transport du charbon qui permet de diminuer l'un des éléments importants du prix de revient/t, à savoir les frais de transport. Les sociétés minières d'elles-mêmes ont élaboré le système de transport de la pulpe de charbon par « pulpe duc ». En collaboration avec les compagnies de chemins de fer, elles ont étudié le principe de l'utilisation de trains directs, envisageant le trafic en va-et-vient de trains rapides transportant de gros tonnages de produits jusqu'aux points terminaux, avec dépenses minimales. Près des 2/3 de toute la production du charbon extrait aux U.S.A. sont dirigés vers les centrales électriques, dont la consommation de charbon est de l'ordre de 334 Mt/an. Les travaux miniers ne se bornent pas à l'exploitation ; les sociétés minières responsables sont actuellement contraintes par une récente législation à procéder, dès cessation de l'activité extractive des mines, à la reconversion des sites miniers et à la remise en culture des espaces ainsi libérés.

IND. **B 512** Fiche n° **47.562**

B.J. KOCHANOWSKY. The latest development in the United States of America coal stripping equipment and operations. The economics and future of coal stripping. *Les récents développements de l'exploi-*

tation du charbon par découvertes aux Etats-Unis. L'économie et l'avenir de l'exploitation par découvertes du charbon. — Vme **Congrès International des Mines,** 1967, Moscou, Communication B 3, p. 7/12, 5 fig. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre/octobre, p. 230/231.

Lors de l'exploitation de très grandes réserves de charbon, les dépenses de premier établissement consacrées à l'acquisition d'un équipement mécanisé moderne atteignent des montants très élevés. Egalement les dépenses de montage, d'outillage, de pièces de rechange, d'entretien des équipements représentent un pourcentage important des investissements globaux à consentir. A l'aide du matériel moderne, on arrive à enlever la couverture composée de roches, principalement des schistes, sur une épaisseur maximale de 50 m pour arriver à découvrir des couches de charbon de 2 m de puissance. Le choix de l'excavateur et de l'installation de forage à « dimensions appropriées » pour l'enlèvement d'un découvert si puissant représente une tâche importante, demandant l'examen détaillé de plusieurs facteurs dont la rentabilité de l'entreprise n'est pas la moins importante. Le présent exposé reproduit quelques diagrammes qui aideront les exploitants à choisir, avec plus de précision, les types et les caractéristiques de l'équipement approprié à la mine. Bien que, dans un proche avenir, les dimensions des excavateurs continueront à augmenter et que les possibilités de l'utilisation dans les découvertes d'excavateurs à roue-pelle soient limitées, on sera amené à appliquer des draglines de plus en plus puissants pour l'exploitation des couches de charbon à plus grande profondeur, exigeant la mise au point de machines à rayon d'action plus grand.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 4222** Fiche n° **47.585**

R. LENHARTZ. Vollmechanisierung der Gewinnung mit dem Kohlenhobel. *Mécanisation totale de l'abattage au moyen de rabots.* — Vme **Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication E 3, 15 p., 12 fig.

L'auteur retrace l'historique de l'introduction des différentes espèces de rabots dans les charbonnages de la Ruhr : dans les longues tailles en plateure, chronologiquement le rabot Löbbe, le « Anbauhobel » (rabot adapté), le rabot-ancre avec ses formes spéciales et finalement le rabot glissant (Gleithobel) ; dans les tailles en gisement penté (dressant et semi-dressant), tout récemment, le rabot spécial à chaîne fortement tendue. Simultanément il définit les domaines de gisement accessibles aux différentes formes actuelles du rabot. Il esquisse ensuite les possibilités du point de vue de la technique et de l'organisation, qui conduisent à une meilleure utilisation des installations de rabotage. Du côté de la technique, il importe de trouver l'adaptation la plus favorable de l'installation de rabotage ; dans cette perspective, on relève d'abord le choix de la forme du rabot la mieux appropriée aux conditions particulières du gisement. Néanmoins, en règle générale, il convient que la puissance installée à la tête motrice : 1) soit correctement dimensionnée eu égard aux influences contraires des paramètres tels que résistance du charbon, ouverture de la couche, vitesse du rabot, vitesse du convoyeur blindé, section du couloir à plein, pression exercée par le rabot sur le front, etc... — 2) soit convertie le plus largement possible en énergie utile à l'abattage et, qu'il soit fait en sorte que l'énergie utile résiduelle disponible soit mise à profit de la manière la plus efficace. Les facteurs qui exercent une influence toute particulière sur le rendement de cette conversion en puissance utile disponible à l'abattage sont respectivement : les résistances dues au frottement, la vitesse et la masse du rabot (facteur mv^2) et la pression exercée par le rabot sur le front. L'efficacité de la puissance restant disponible pour l'effet de coupe dépend de la forme et de l'implantation des couteaux du rabot, de l'épaisseur du copeau ainsi que de la vitesse et de la poussée du rabot. Complémentairement, la mise en oeuvre d'ancrages spéciaux, de cylindres de ripage et de réducteurs de vitesse contribuera, sur le plan technique, à une meilleure utilisation du rabotage. Sur le plan de l'organisation, il convient de citer le choix d'un soutènement correct ainsi que l'architecture optimale de celui-ci, la synchronisation des débuts de postes des différentes équipes d'ouvriers avec le déroulement des processus d'exploitation, une entretien systématique préventif des équipements mécanisés, etc...

IND. **C 4222** Fiche n° **47.766**

H. GUDER. Stabilité et asservissement des rabots Westfalia en gisement irrégulier. — **Bulletin Westfalia,** 1967, août, 48 p., 29 fig.

Pour débuter, l'auteur traite, d'une façon générale, les problèmes de la stabilité des rabots. Pour les divers types de rabots, il étudie la stabilité de marche en présence d'irrégularités de la couche. Les déviations du blindé, en dehors de la position rectiligne, font naître des forces contrariant la marche du rabot. Ces forces sont analysées et calculées pour une position d'équilibre pour les rabots ajoutés, les rabots-ancre et les rabots sans recul. Dans deux exemples, pour des conditions d'exploitation bien définies et pour divers profils de taille, l'auteur étudie la stabilité des rabots. Le rabot ajouté, dans des veines irrégulières, est assez peu utilisable. Le rabot-ancre a tendance, dans certaines conditions, à entamer le mur dans les cuvettes et à monter à charbon sur les bosses. Ces défauts

peuvent être éliminés en utilisant des ancrages hydrauliques aux têtes motrices auxiliaire et principale, puisque le rabot se déplace alors sur un blindé ancré et sans tension. Les ancrages hydrauliques permettent en plus la commande indirecte du rabot à partir des têtes motrices. C'est pour le rabot sans recul que la stabilité de marche est la moins affectée. L'absence de socle sur le rabot permet un blocage du convoyeur entre toit et mur et assure ainsi un guidage forcé parfait du rabot.

IND. **C 4224** Fiche n° **47.579**

G. DIETRICH, J. FREUDENBERG et H.J. HECK. Entwicklung und Ergebnisse neuer Abbauverfahren im Erzbergbau der Deutschen Demokratischen Republik. *Développement et résultats de nouvelles méthodes d'extraction dans l'exploitation des minerais en République Démocratique Allemande.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication D 4, 11 p., 11 fig.

Large tour d'horizon sur les résultats des travaux d'études et de recherches minières opérés en R.D.A. en vue d'une rationalisation des méthodes d'exploitation. Sont ainsi successivement concernés : 1) *Schistes cuivreux du Mansfeld.* La veine minéralisée est formée d'une marne schisteuse, en plateure, d'une épaisseur comprise entre 0,2 et 0,35 m. L'exploitation classique s'effectue actuellement par taille rectiligne avec pré-abattage à l'explosif dans le toit (méthode Bergevoraus), une bonne partie de ces stériles (60 à 70 %) étant directement projetée à l'arrière-taille, le reste étant disposé manuellement aux remblais. La desserte en taille s'opère par scrapers. Dernièrement une nouvelle méthode à été mise au point : des galeries de préparation, à intervalles de 25 m, divisent la zone d'abattage dans des blocs chassants qui sont extraits vers l'arrière sans enlèvement des roches encaissantes stériles, en taille mécanisée sans homme, d'une hauteur d'environ 0,20 m. L'extraction dans la veine, désagrégée par des forages de trous (diamètre maximum 80 mm) se fait par l'emploi d'un scraper coupant qui exécute un mouvement pendulaire de va-et-vient sous l'action d'un treuil à chaîne (35 t, vitesse 0,2 à 0,4 m/s, profondeur de coupe par passe 2 cm). L'attaque de la veine par de grands trous de forage a apporté des résultats satisfaisants. L'application d'une nouvelle méthode d'exploitation retraitante par blocs est prévue. 2) *Minerai d'étain d'Altenberg.* Exploitation en carrière profonde, évacuation des roches éboulées par galeries horizontales disposées en forme de cercle ; on attaque l'éboulement à partir de ces galeries par l'intermédiaire de voies à grille et de cheminées de poussée. Le travail de fragmentation des trop gros blocs à la grille a été effectué jusqu'ici manuellement ou par charges d'explosifs (Delerit 40). Actuellement on expérimente une nouvelle technologie basée sur la suppression de la grille et le transport du minerai brut abattu, à une installation centrale de broyage au fond directement par l'intermédiaire de cheminées inclinées ou par wagons de grande capacité sur rails. 3) *Gisements filoniens de fluorine* (en dressant). L'exploitation s'effectua jusqu'ici par la méthode des gradins renversés, avec boisage et remblayage par foudroyage. Actuellement on applique la méthode par étages, avec tranches horizontales prises en descendant, avec constitution d'un toit artificiel (treillis métallique flexible) ; utilisation de scrapers pour l'évacuation des produits abattus. Hauteur de tranche 3 m ; longueur maximale de front, de chaque côté de la cheminée centrale, 25 m.

IND. **C 44** Fiche n° **47.605**

A.V. DOKOUKIN. La construction et l'utilisation des combinés de traçage en U.R.S.S. (en russe). — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication 12, 11 p., 7 fig. - Traduc. française Cerchar n° 519-67.

Directeur du principal Institut des Mines Soviétiques (IGD), le rapporteur donne un aperçu chronologique sur l'évolution des engins de creusement depuis 1935 à ce jour en U.R.S.S., il fournit une statistique assez détaillée sur l'utilisation et la répartition des engins de creusement dans l'industrie minière en général et dans les houillères en particulier. L'auteur passe en revue les principales machines de traçage (connues par ailleurs) existantes en U.R.S.S. telles que les Pschth, PK et PKG ; il examine plus en détail les dernières variantes de cette gamme (PK-7 et PK-9) et dresse un bilan d'activité des Instituts spécialisés soviétiques dans le domaine du creusement.

Résumé Cerchar, Paris.

IND. **C 44** Fiche n° **47.793**

R. ADAM. Machines de creusement de voies et de traçages. — **Charbonnages de France,** Service Exploitation, Document AE 5, n° 884, 1967, avril, 8 p., 7 pl. — **Charbonnages de France,** Documents Techniques n° 8, 1967, p. 457/465.

Communication exposée au Colloque Inter-Bassins. Carmaux. 1967, avril. Le plan de l'étude est le suivant : I. Le creusement mécanique des galeries au rocher. 11. Généralités. 12. Dans les mines européennes (France, Royaume-Uni, République fédérale d'Allemagne). II. Le creusement mécanique des traçages. 21. Généralités (Angleterre, Allemagne). 22. Problèmes de la mécanisation du creusement des voies dans les houillères françaises ; difficultés : a) grande variété de formes et de dimensions des sections à creuser ; b) la couronne doit être soutenue très rapidement ; c) les voies à creuser sont de longueur relativement courte avec des changements de direction et des traversées d'acci-

dents. III. Etude effectuée séparément par le Bassin du Nord-Pas-de-Calais et par le Bassin de Lorraine afin de connaître l'avancement journalier que doit réaliser une machine rapide (devant tracer 3000 m/an) pour qu'elle soit rentable par rapport au creusement à l'explosif. IV. Conclusions : 1) Pour le Bassin du Nord-Pas-de-Calais : il ne semble pas que la machine puisse être rentable pour un avancement journalier moyen de 10 m/jour (ou 31,3 cm/hp) réalisé au cours d'une campagne, quel que soit le prix de la machine. 2) Pour le Bassin de Lorraine : pour être rentable, une machine doit pouvoir faire un avancement moyen de 15 m/jour en marchant à 3 postes et ne pas être d'un prix supérieur à 700.000 F. Ces conclusions éliminent, quel que soit leur intérêt, les machines comme la Wohlmeyer, la Marietta, la Greenside ; parmi les machines existantes, on ne voit guère comme possibilité que les machines dérivées de la PK 3 russe : Bretby Roadheader, Dosco, Eickhoff.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 123** Fiche n° **47.928**

M.M. PROTODIAKONOV. Etude des propriétés physico-mécaniques des roches et des charbons, problèmes d'avenir (en russe). — **Problèmes sur la mécanisation des travaux miniers** (Edition Moscou), 1963, p. 23/38, 10 fig. - Traduction française Cerchar 348-67.

On évoque l'importance que les soviétiques attachent à l'étude de ce problème (plus de 2000 communications et thèses à ce jour). L'auteur présente une importante mise au point des travaux et recherches effectués dans ce domaine et fournit d'intéressants renseignements sur l'évolution des moyens utilisés dans divers laboratoires et instituts soviétiques pour l'étude des principales propriétés mécaniques des roches, surtout la dureté. Schémas, photos et brève description de quelques appareils de laboratoire. Il s'agit des essais d'écrasement, cisaillement, traction, aptitude à la foration et à la désagrégation, etc...

Biblio : 42 références.

Résumé Cerchar, Paris.

IND. **D 231** Fiche n° **47.570**

N.G.W. COOK, H.G. DENKHAUS et W.S. RAPSON. Deep level mining research in South Africa. *Recherche sur l'exploitation à grande profondeur en Afrique du Sud.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication C 2, 15 p., 11 fig.

Des problèmes de quatre ordres se posent à l'occasion de l'exploitation à grande profondeur, à savoir : le contrôle des terrains, le contrôle de la température ambiante, l'abattage de la roche, la manutention des produits abattus. L'augmentation des contraintes et de la température de la roche pose des difficultés croissantes pour l'obtention de solutions acceptables, du point de vue de la sécurité et de l'économie, aux problèmes du contrôle des terrains et de la température. Bien que les opérations de l'abattage de la roche et de la manutention des produits abattus ne soient pas directement affectées par l'accroissement de la profondeur, la recherche de solutions à apporter aux problèmes du contrôle des terrains et de la température impose également des modifications aux techniques d'abattage et d'évacuation des produits utiles. L'exploitation à grande profondeur demande, à cet effet, une recherche dirigée visant à l'élaboration et à la mise au point de méthodes d'exploitation spéciales appropriées. Le contrôle des terrains peut être réalisé par une organisation adéquate de la méthode d'exploitation, conçue en vue de réduire la conversion d'énergie en limitant la convergence volumétrique. Le contrôle de la température peut être atteint en concevant un projet d'exploitation susceptible de réduire les échanges caloriques au départ de la roche. La communication expose deux méthodes d'exploitation à grande profondeur, déduites de ces considérations. La première implique un régime intermittent des travaux en ayant recours aux explosifs pour l'abattage de la roche et en maintenant une largeur accessible (allée) de la taille réduite à 1 m. La conversion d'énergie se trouve limitée par une extraction partielle du minerai abattu ou en recourant au remblayage. Ceci évite les apports de chaleur émanant de l'arrière-taille. La cyclicité d'exploitation et les vitesses d'avancement du front doivent être choisies de telle manière que la dissipation non violente d'énergie et l'émission de calories soient en proportion relative optimale. L'autre méthode deviendra possible lorsque la roche utile du massif pourra être abattue sans l'aide d'explosifs ; cette circonstance permettra une réduction drastique de la largeur accessible de la taille, limitant ainsi la conversion d'énergie. De plus, la convergence rapide des épontes fermera rapidement le vide exploité immédiatement derrière la taille et maintiendra isolé le courant de ventilation dans l'aire de travail.

IND. **D 231** Fiche n° **47.575**

F.G. HILL. Deep level mining in South Africa gold mines. The two main problems associated with the mining of ore at great depths : pressure and heat. *L'exploitation minière de l'or à grande profondeur en Afrique du Sud. Les deux principaux problèmes associés à l'exploitation du minerai aux grandes profondeurs : la pression et la température.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication C 6, p. 13/20, 5 fig.

L'exposé concerne les problèmes rencontrés à mesure que la profondeur d'exploitation augmente, no-

tamment en connexion avec le contrôle des terrains, la ventilation des chantiers et l'acclimatation du personnel ouvrier. Les problèmes de la mécanique des roches ont été abordés sur le front le plus large et les études conduites intensivement par les chercheurs au cours des 15 dernières années ont fourni des résultats qui ont permis d'importants progrès dans les connaissances et apporté des améliorations notoires aux techniques appliquées. Aujourd'hui, on accepte et on reconnait que les coups de toit résultent d'une libération violente et impétueuse d'énergie, qui survient par suite du mouvement vers le bas de masses de roches, à mesure que l'exploitation progresse. L'auteur montre que le massif des roches a un comportement élastique et il passe en revue les méthodes de contrôle du taux et du régime de la quantité d'énergie libérée ; de plus, il indique les résultats d'ordre pratique atteints à ce jour. Il décrit ensuite la méthode de ventilation des chantiers et il fournit des exemples de réfrigération de l'air circulant le long des fronts de taille. Ce but est atteint au moyen d'échangeurs de chaleur à circulation d'eau froide, celle-ci étant fournie par des installations centrales de réfrigération situées au fond. L'acclimatation du personnel aux conditions de chaleur et d'humidité constitue une importante responsabilité pour la direction de la mine, du fait qu'un pourcentage élevé des prestations de la main-d'oeuvre s'opère dans une ambiance de travail déprimante, à température élevée. La communication traite d'une manière détaillée la façon d'aborder le problème des moyens à appliquer pour acclimater le personnel et les résultats enregistrés.

IND. **D 233** Fiche n° **47.901**

M.D.G. SALAMON et A.H. MUNRO. A study of the strength of coal pillars. *Etude de la résistance des piliers de charbon.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy** 1967, septembre, p. 55/67, 3 fig. et novembre, p. 185/194, 4 fig. Contribution à la discussion.

Les auteurs établissent une formule qui fournit une valeur approchée de la résistance des piliers de charbon dans les mines sud-africaines. La formulation est essentiellement empirique et se base sur des données obtenues à partir d'un levé des dimensions réelles mesurées dans les exploitations. Les données incluent des informations concernant tant les piliers repris que ceux abandonnés. Ils arrivent à la conclusion que les taux de résistance prévus pour les charges calculés à la rupture, c'est-à-dire les facteurs critiques de sécurité (ou probabilité de stabilité garantie) sont indiqués par les ordonnées de la courbe intégrale de la distribution. On admet que le logarithme du facteur de sécurité est distribué selon une loi normale. Ils postulent que la résistance des piliers peut être exprimée dans l'intervalle donné des dimensions, comme une fonction exponentielle de la hauteur et de la largeur du pilier. Les valeurs des 3 paramètres inconnus dans la fonction, à savoir : le multiplicateur constant et les puissances de la largeur et de la hauteur, sont estimés par la méthode des probabilités maximales. Cette méthode donne également une valeur logarithmique estimée de l'écart standard de la distribution. Les formules dérivées de la résistance décrivent d'une manière satisfaisante les informations obtenues à partir du levé des dimensions mesurées dans les travaux d'exploitation. La comparaison des résultats ainsi dérivés, comparés à ceux puisés dans la littérature, n'accuse aucune différence importante concernant l'effet de la largeur du pilier. On constate néanmoins que l'influence de la hauteur du pilier trouvée est moindre que celle estimée précédemment par les auteurs.

IND. **D 47** Fiche n° **47.589**

W.J. ADCOCK. New designs of powered supports for difficult conditions. *Nouveaux concepts de soutènement mécanisé en conditions difficiles.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication F 2, 6 p., 4 fig.

Après avoir succinctement esquissé le développement du soutènement mécanisé au Royaume-Uni depuis 1949, l'auteur traite des travaux de perfectionnement qu'il conviendrait d'apporter aux types usités à ce jour et évoque la nécessité de recherches sur l'opportunité de munir tous les modèles de soutènement mécanisé de dispositifs permettant le réglage de la charge de pose initiale et de la charge de coulissement de l'unité. Il mentionne le fait que les modèles originaux de soutènement mécanisé en Grande-Bretagne sont étudiés dans l'optique de l'automatisation et il discute l'effet que l'application de la commande automatique peut avoir sur le contrôle des épontes en taille. A l'origine, le soutènement mécanisé fut utilisé dans les conditions naturelles les plus favorables mais, pour assurer leur succès, on étudia des modèles améliorés dont la conception de base restait identique tout en comportant des étançons supplémentaires, des bases et des auvents renforcés, ainsi que d'autres éléments. Ces études ont pour but d'élargir le champ d'application en tenant compte des conditions les plus difficiles, telles que par exemple les couches inclinées. En Grande-Bretagne, le soutènement mécanisé du type à 1 cadre a toujours été le plus largement utilisé jusqu'il y a 2 ans. Il est apparu cependant que les types à 1 cadre étaient instables dans des couches d'ouverture supérieure à 1,5 m. Leur application a dès lors diminué graduellement et les types à pile les ont remplacés. Les modèles étudiés à présent combinent la stabilité inhérente à la pile avec les caractéristiques les meilleures du type à cadre, telles que le ripage rapide et le soutènement continu. De la sorte les bancs du toit ne sont pas soumis à

des sollicitations alternées continuelles. On fabrique également à présent des modèles spéciaux pour des couches plus minces.

IND. **D 53** Fiche n° **47.792**

J. MARIETTE. Les tuyaux de remblayage pneumatique et leurs accessoires. — **Houillères du Bassin de Lorraine, Service Electro-Mécanique et Matériel du Fond.** Document stencilé SEMF n° 349/67, M/Ro, 1967, 5 avril, 6 p. — **Charbonnages de France,** Documents Techniques n° 10, 1967, p. 559/563, 15 fig.

Communication exposée au Colloque Inter-Bassins. Carmaux. 1967, avril. Le problème présente une grande importance pour les sièges qui utilisent le remblayage pneumatique. Pour la Lorraine, qui en 1966 a mis en place 2 Mm³ de remblai pneumatique, les dépenses de tuyauteries se sont montées à 150 M d'anciens francs, ce qui correspond à un coût de 0,60 F à la tonne nette de charbon exploité par cette méthode (2,5 Mt). L'auteur examine successivement : 1) la nature des tuyauteries (caractéristiques dimensionnelles, nature du métal) ; 2) les accouplements (accouplement Virly-licence Brieden), les accouplements à coquilles, l'accouplement Monobloc ; 3) les tendances de l'évolution (augmentation du diamètre des tuyauteries, amélioration de la qualité de l'acier, tuyaux en matière plastique ou en caoutchouc : Kuhlman et Pechiney, tubes en caoutchouc armé de Bergougnan et de Trellborg, remplacement des pièces d'usure des coudes en Ni-hard par du Vulcolan, utilisation accrue des accouplements à coquilles) ; 4) conclusions.

IND. **D 60** Fiche n° **47.556**

A. PROUST. La gestion des voies par détermination de leur position optimale, stratégie de l'exploitation et organisation de leur entretien. — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication A 6, 12 p., 11 fig. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre/octobre, p. 183/203.

L'auteur se propose de montrer comment, dans un gisement en plateure, le positionnement des voies par rapport aux exploitations antérieures et la stratégie du déhouillement permettent d'accéder à une réelle gestion des voies. Cette dernière découle, d'une part, de la connaissance des lois de convergence et, d'autre part, du volume d'influence d'une exploitation. Après un rappel des lois de convergence dégagées par M. Schwarz (Ecole de Nancy) traitant en particulier de l'influence des modalités de l'exploitation sur la tenue des voies, l'auteur essaie tout d'abord de préciser la forme des terrains influencés par une exploitation : ceci après fin de l'exploitation (volume statique) et au cours du déhouillement (volume dynamique). On peut déduire de ce qui précède, les règles de positionnement optimal pour les voies du quartier : a) par rapport aux exploitations dans la même veine : b) par rapport aux exploitations dans une veine sus-jacente. La situation la plus défavorable, qui sera ici étudiée en détail, est celle de la voie placée sous un stot en veine sus-jacente. L'exploitation a cependant ses propres servitudes dans un gisement haché d'accidents : la nécessité du découpage de forme géométrique simple, qu'impose la marche des tailles mécanisées, ne permet pas toujours de satisfaire à l'ensemble des règles précédentes. Il en résulte que le long d'une même voie on peut rencontrer certains tronçons soumis à une dégradation importante; pour s'adapter correctement à cette situation, il faut savoir définir à l'avance ces tronçons, choisir la façon judicieuse, leur section et leur soutènement, définir le moment où il faudra exécuter l'entretien. La stratégie de l'exploitation permet également ou de modifier la vitesse avec laquelle interviennent les convergences, ou mieux, de diminuer les convergences et donc l'entretien à exécuter.

IND. **D 710** Fiche n° **47.782**

G. ELLIE. Consolidation des toits en taille et en galerie. — **Houillères du Bassin de Lorraine,** Service Organisation - Essais, Document 206/67, 30 p., 29 pl. de fig. — **Charbonnages de France,** Documents Techniques n° 9, 1967, p. 467/494.

Communication exposée au Colloque Inter-Bassins. Carmaux. 1967, avril. L'auteur ne parle pas dans ce rapport de tous les modes de consolidation des toits en taille ou en galerie, qui sont fort nombreux : bétonnage, garnissage, injection de ciment, injection de résine, boulonnage, si ce n'est des deux derniers. Dans une lère partie, il décrit les essais faits en France d'injection de résine, puis il parle plus longuement du boulonnage, de ses principes, du matériel mis en oeuvre et de ses principales applications, conformément au plan ci-après : 1. Introduction — 2. Injection de résine — 3. Principes du boulonnage — 4. Technologie du boulonnage — 41. Les différents types de boulons — 42. Les boulons utilisés dans les charbonnages de France — 43. Les techniques de mise en place — 5. Principales applications dans les charbonnages de France — 51. Dans les voies au rocher — 52. Dans les voies au charbon — 53. En taille — 6. Intérêt du boulonnage — 7. Conclusions.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 122** Fiche n° **47.783**

J. BOULANGER. Desserte en taille. Largeur du blindé, vitesse d'entraînement variable des blindés (par paliers ou continue). — **Houillères du Bassin du Nord-Pas-de-Calais.** Services Techniques du Matériel du Fond, Document du 10-3-67, 12 p., 12 pl. de fig. — **Charbonnages de France,** Documents Techniques n° 9, 1967, p. 509/523.

Communication exposée ou Colloque Inter-Bassins. Carmeaux. 1967, avril. Après avoir exposé

quelles sont les fonctions que doit remplir un convoyeur blindé de taille, l'auteur esquisse la situation actuelle dans les différents Bassins. Il semble que les problèmes de la Lorraine et du Nord-Pas-de-Calais soient différents ; il apparaît, en particulier, que le Bassin du Nord est plus rapidement limité, par l'augmentation de puissance sur les convoyeurs blindés, que le Bassin de la Lorraine, dans l'augmentation de la longueur des tailles. En général, les Bassins ont choisi des vitesses de convoyeurs blindés lentes. Certaines généralisent la tension de 1000 V. Les essais d'augmentation de débit sont effectués avec des blindés élargis. Le Bassin du Nord-Pas-de-Calais a choisi d'accélérer ses convoyeurs blindés à 0,92 m. Dans les tailles de conditions normales, les préréducteurs résolvent le problème de façon satisfaisante et économique. La plupart du temps, le convoyeur démarre en grande vitesse et la petite vitesse n'est utilisée que pour les manoeuvres ou le transport du matériel. En cas de blocage, on utilise aussi la petite vitesse pour vider le convoyeur blindé. Que ce soit avec les boîtes de vitesses permettant le démarrage à vide des moteurs électriques ou avec des systèmes hydrauliques, on peut penser qu'on dispose des moyens - en 500 V de démarrer les convoyeurs dans les conditions les plus difficiles et d'assurer des productions atteignant les 1000 t brutes par poste. Mais ces appareillages augmentent en général l'encombrement des têtes motrices, nécessitant un investissement supplémentaire important et présentant, dans leur état actuel, une certaine fragilité.

IND. **E 54** Fiche n° **47.984**

C. BIHL. Télécontrôle et automatisation du fond dans les houillères européennes. Préface et avant-propos. Fascicule 0, Dunod, Paris, 1967, XVI p.

L'auteur, dans son travail sur le télécontrôle, l'automatisation et l'optimisation dans les mines, se limite aux seuls problèmes du fond, le jour ne présentant pas de difficultés spéciales et bénéficiant directement dans la matière de l'expérience générale de l'industrie. Il commence d'abord par l'étude du télécontrôle du fond, celui-ci servant de préliminaire technique à toutes les automatisations. Il fait suivre ce travail par l'étude de l'automatisation des « Services Généraux » du fond (exhaure - aérage - alimentation en énergie - déblocage - points de chargement - bures - roulage - recettes - fond) qui paraît plus particulièrement importante dans les mines européennes continentales, où les postes aux 1000 t sont plus nombreux « hors taille » qu'« en taille » ; par ailleurs, ces automatisations et les optimalisations correspondantes semblent d'une réalisation plus facile, plus rapide et plus immédiatement rentable. Il termine par l'étude de l'automatisation des chantiers.

IND. **E 54** Fiche n° **47.985**

C. BIHL. Télécontrôle du fond. — **Télécontrôle et automatisation du fond dans les houillères européennes,** Fascicule I, Dunod, Paris, 1967, 111 p., 84 fig.

Le contrôle de certains paramètres de fonctionnement par des « capteurs » adéquats étant à la base de toute automatisation et tout contrôle devenant télécontrôle, lorsque le « signal » du capteur est transmis à distance, ce qui est le cas pour la plupart des automatisations minières, un chapitre sur le « Télécontrôle du fond » trouve sa place logique au début d'un ouvrage sur « Télécontrôle et automatisation du fond des houillères », étant par ailleurs entendu que le télécontrôle est également pratique sans être lié à une automatisation. C'est précisément cette transmission à distance vers un poste de télécontrôle, qui fait l'objet du présent fascicule. Après avoir esquissé une brève philosophie du télécontrôle du fond, l'auteur examine la technique des différents systèmes utilisés et termine par l'étude de leur technique d'exploitation, d'où le sommaire suivant : Etude technique des systèmes de télécontrôle du fond : A) Télécontrôle en fil à fil — B) Télécontrôle à multiplexage en fréquences — C) Télécontrôle par multiplexage en temps — D) Télécontrôles combinés — E) Conclusions techniques — Etude des techniques d'utilisation : A) Techniques élémentaires d'utilisation — B) Réalisation d'installation des télécontrôles — C) Technique d'utilisation des télécontrôles miniers — Annexes : 1) Coût des télécontrôles miniers — 2) Télécontrôle du fond par télévision — 3) Télécommande d'engins miniers par ondes radio.

IND. **E 6** Fiche n° **47.788**

P. MICHEL. Distribution du matériel en taille. — **Houillères du Bassin de la Loire,** Document stencilé CD 67/6466, as. 1967, 13 p., 5 pl. — **Charbonnages de France,** Documents Techniques n° 9, 1967, p. 537/546, 8 pl.

Communication exposée au Colloque Inter-Bassins. Carmaux. 1967, avril. L'auteur expose les modes de transport et distribution du matériel en taille appliqués dans les divers Bassins français ; il classe, à cet effet, les tailles ou les méthodes d'exploitation en 4 rubriques essentielles : 1) tranches horizontales — 2) semi-dressants — 3) dressants — 4) tailles en pendage. Il conclut comme suit : sans prétendre avoir fait le tour complet de ce qui se fait, ou de ce qui a été tenté pour résoudre le problème en question, il faut cependant bien reconnaître que dans ce domaine, seules quelques solutions qui touchent le plus souvent à l'amélioration de la sécurité ont été apportées ici ou là dans les Bassins français. Ces solutions « sécurité » sont d'ailleurs très semblables. Elles cherchent à répondre à 3 impératifs et, dans une certaine mesure, y ont réussi : 1) em-

pêcher les dérives dans le cas de tailles pentées — 2) empêcher les risques d'accidents en cas de dérives dans ces mêmes tailles — 3) éviter des incidents mécaniques (bacs pour transport de bacs de blindés, bacs pour transport de tubbings). Mais il semble bien que sur le problème de la distribution elle-même, il y ait pour tous un domaine de recherche étendu et important pour tenter de rendre cette distribution indépendante de la desserte charbon et pour l'organiser avec les objectifs suivants : a) éviter transbordements et manutentions entre l'arrivée en tête du quartier et le dépôt au voisinage du chantier — b) éviter les dérives dans le cas des pentes importantes — c) dissocier la desserte de matériel de celle des produits — d) réaliser des économies de personnel, que ce personnel ait une fonction transport propre ou qu'il s'agisse d'économiser des temps de transport ou de manutention pour le personnel productif du front.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 110** Fiche n° **47.987**

C. BIHL. Télécontrôle, automatisation, calcul électronique dans l'aérage. — **Télécontrôle et automatisation du fond dans les houillères européennes,** Fascicule 3, Dunod, Paris, 1967, 104 p., 93 fig.

Dans une première partie de l'étude, l'auteur essaie de dégager le domaine des possibilités d'application à l'aérage, des techniques de télécontrôle et d'automatisation en regardant sous cet angle les notions de base concernant les ventilateurs et la répartition de l'aérage à l'intérieur de la mine ; il examine dans la même perspective l'aérage des tailles grisouteuses à forte production journalière, ainsi que les problèmes posés par le dégazage et les vieux quartiers grisouteux. La philosophie minière du problème étant ainsi établie, une deuxième partie traite des solutions techniques correspondantes. Une troisième partie tente enfin, après un examen rapide de détermination d'aérage par un simulateur analogique et des calculs d'aérage faits par une calculatrice digitale automatique, de déboucher sur les perspectives ouvertes sur une « direction du processus de l'aérage » et sur son « automatisation ».

IND. **F 440** Fiche n° **47.950**

M. DEGUELDRE. Prélèvement des poussières dans les mines. Techniques de prélèvement, d'examen et d'analyse des poussières de mines. Comparaison de résultats de mesure et de critères d'appréciation. — **Bureau International du Travail,** Série Sécurité, Hygiène et Médecine du travail, n° 9, Genève, 1967, 91 p., 52 fig.

L'auteur passe en revue les méthodes de prélèvement, d'examen et d'analyse de poussières, ainsi que leur comparabilité. Il décrit, en signalant leurs avantages et leurs inconvénients, les instruments couramment utilisés, en particulier les instruments « de routine » ou de « semi-routine », et les procédés qui sont employés ou susceptibles d'être employés dans les mines par des personnes non spécialisées. Les principales méthodes d'analyse des poussières sont énoncées : pesées et granulométrie pondérale, comptage des particules, granulométrie des particules en suspension dans un liquide ou après dépôt, examens densimétriques, etc... En ce qui concerne le comptage microscopique des particules de poussières, l'auteur traite des différentes méthodes de comptage qui sont souvent liées aux méthodes de prélèvement, ainsi que du choix du système optique ; il passe en revue d'autre part les différentes méthodes de détermination de la silice libre, qui sont applicables aux fines poussières. Une comparaison est faite entre les empoussiérages limites admis dans une vingtaine de pays. En conclusion, des propositions sont faites pour l'adoption d'une méthode de référence simple et peu onéreuse, qui permettrait à chacun de poursuivre parallèlement ses investigations, sans rien changer à sa façon d'opérer.

Résumé de la revue.

IND. **F 54** Fiche n° **47.903**

C.H. WYNDHAM, N.B. STRYDOM, C.G. WILLIAMS et A. HEYNS. An examination of certain individual factors affecting the heat tolerance of mine workers. *Examen de certains facteurs individuels affectant la tolérance à la chaleur des mineurs.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1967, septembre, p. 79/91, 5 fig.

I. Introduction. — II. Méthodes d'investigation — 1. Capacité physique de travail — 2. Tests de tolérance à la chaleur — III. Résultats — 1. Aspiration maximale d'O_2 — a) moyenne et distribution des valeurs — b) corrélation de l'aspiration maximum d'O_2 avec le poids du corps humain — c) aspiration maximum d'O_2 par kg de poids du corps — d) effet de l'âge — 2. Facteurs influençant la température du corps humain dans les conditions normales de travail et de température. Effet sur les réactions du corps humain à la température — a) de l'âge — b) du poids relatif — c) de la température ambiante du chantier — d) de la capacité physique de travail — e) cumul du poids du corps et de la température ambiante du chantier — f) cumul de l'aspiration maximale d'O_2 et de la température ambiante du chantier — g) cumul de l'aspiration maximale d'O_2 et du poids relatif du corps — h) cumul de l'aspiration maximale d'O_2, du poids relatif du corps et de la température ambiante du chantier — IV. Discussion. Sélection des ouvriers tolérant bien la température élevée d'un travail au chantier, en atmosphère chaude.

IND. **F 54** Fiche n° **47.904**

C.D. WYNDHAM, C.G. WILLIAMS, J.F. MORRISON et A. HEYNS. The tolerance of acclimatised men at rest and at work of very high temperatures and humidities. *La tolérance des ouvriers acclimatés, au repos et au travail, à des températures et aux degrés hygrométriques très élevés de l'air.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1967, septembre, p. 92/100, 3 fig.

Les développements techniques et technologiques dans le domaine de la ventilation et du conditionnement de l'aérage ont permis à la main-d'oeuvre d'opérer dans des chantiers dans lesquels les températures et les degrés hygrométriques de l'air ambiant sont très élevés. Les dispositifs de refroidissement utilisés dans les avions supersoniques, les vêtements utilisés pour combattre l'incendie, l'aérage des chantiers au moyen de ventilateurs puissants et la réfrigération de l'air envoyé aux lieux de travail, constituent des exemples caractéristiques de ce développement. Toutefois, une défaillance de tels arrangements de réfrigération peut exposer le personnel à des sollicitations très sévères sur le plan des températures. C'est pourquoi il est désirable de connaître, autant que possible, les réactions du corps humain et l'aptitude au travail des ouvriers placés dans de telles conditions d'ambiance. C'est à cette fin que le « Laboratoire des Sciences Humaines » procéda à une série d'études portant sur des mineurs acclimatés à de telles conditions sévères de températures de travail, afin d'établir la durée du temps de « travail effectif » et des « pauses de repos », correspondant à un « taux modéré » d'utilisation, avant que ces ouvriers n'atteignent la limite de leur tolérance à la chaleur. Cette limite fut établie à partir des critères ci-après : 1) température rectale de 40° C ; 2) syncopes répétées après une courte période de temps ; 3) comportement incontrôlable, tel que agressivité ou hystérie.

G. EPUISEMENT

IND. **G 11** Fiche n° **47.908**

Z. KESSERUE. Einige Ergänzungen und Vorschläge im Zusammenhang mit der Dimensionierung der Wasserschutzpfeiler. *Quelques améliorations et propositions concernant la recherche des dimensions des piliers de protection contre les eaux.* — **Publications de l'Institut des Recherches Minières** (Hongrie), 1967, n° 10, p. 53/59, 8 fig.

On peut interpréter et utiliser le principe bien connu jusqu'ici du pilier de protection contre les eaux, établi à la limite du champ d'exploitation qui fut appliqué, dans certains cas individuels, pour la totalité des combinaisons possibles des conditions de la géologie et de la technique d'exploitation des des mines. Il est possible également de généraliser le même principe aux piliers abandonnés aux mêmes fins le long des failles à rejet. Cette généralisation est avantageuse en ce qui concerne la possibilité de développement de la détermination des dimensions. La généralisation exige ultérieurement l'épreuve plus fondamentale des valeurs caractéristiques qui sont utilisées lors de la fixation des dimensions des stots de protection et qui présentent également une grande importance, d'une part, concernant les autres exigences de la protection tant passive que préventive contre le danger des venues d'eau et, d'autre part, lors de la détermination a priori des dégâts miniers. Ces épreuves sont également nécessaires en vue de déterminer le mode de réalisation du procédé de calcul des dimensions du stot de protection correspondant à une fréquence donnée (sécurité économique).

IND. **G 25** Fiche n° **47.986**

C. BIHL. Télécontrôle, automatisation et programmation de l'exhaure. — **Télécontrôle et automatisation du fond dans les houillères européennes,** Fascicule 2, Dunod, Paris, 1967, 137 p., 116 fig.

Dans une première partie de l'étude, l'auteur examine l'automatisation, la télésurveillance et la téléopération de l'exhaure secondaire ; une deuxième partie plus importante traite de l'automatisation, de la programmation, de la télésurveillance et de la téléopération de l'exhaure principale. Une troisième partie s'occupe de l'aspect technologique des capteurs et des principaux éléments de réalisation qui conditionnent fondamentalement la réussite de l'automatisation de l'exhaure. Il termine enfin en examinant la rentabilité des solutions étudiées et en esquissant les grandes lignes d'une politique systématique d'application de ces techniques.

H. ENERGIE.

IND. **H 0** Fiche n° **47.967**

X. Die Entwicklung des Energieverbrauchs in westeuropäischen und anderen ausgewählten OECD-Ländern. *Le développement de la consommation de l'énergie dans les pays d'Europe Occidentale et dans certains autres pays membres de l'OCEE.* — Glückauf, 1967, 2 octobre, p. 1107/1113, 4 fig.

Développement de la production des sources d'énergie primaires et de la consommation de celles-ci dans les différents pays membres de l'O.C.E.E. Différences dans le développement constatées entre les U.S.A. et les principaux pays industriels de l'Europe Occidentale. Question de la dépendance de ceux-ci vis-à-vis de l'étranger, pour leur approvisionnement en énergie, en particulier en pétrole (dont la consommation ne cesse de croître dans

chacun d'eux). Sources d'énergie nationales (taux d'auto-approvisionnement) des principaux pays d'Europe Occidentale ; influence de la politique énergétique exercée par les gouvernements nationaux. Consommation de houille (alors qu'elle continue à augmenter d'une manière constante aux U.S.A., elle ne cesse de rétrograder en Europe Occidentale).

IND. **H 550** Fiche n° **47.929**

N.F. CHICHKIN. Problèmes relatifs à la sécurité d'utilisation de l'énergie électrique et recherches dans le domaine de l'électrification au fond (en russe). — **Institut des Mines A.A. Skotchinsky,** 1966, p. 3/48, 8 fig. - Traduction française Cerchar 335-67.

Intéressant exposé qui se propose d'examiner assez rapidement l'évolution du danger de l'électrification au fond parallèlement à la mécanisation et à l'approfondissement de l'exploitation. Sous forme de brefs articles, sont traités les problèmes suivants : le développement de l'électrification et le problème de la puissance optimale, éléments généraux de l'électrification au fond, classification des dangers qui sont dus à l'électrification, suivant leur degré de gravité pour l'homme, l'électrocution et la résistance du corps humain, problème de sécurité, problème de l'isolement des réseaux électriques, courants de fuite, dispositifs de sécurité, etc...

Résumé Cerchar, Paris.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. **I 441** Fiche n° **47.963**

E. HOFFMANN. W. LECK et H. STORCK. Betriebsversuche zur Vergleichmässigung der Erzeugnisse von Setzmaschinen durch Aendern der Aufgabemenge und der Betriebseinstellung. *Essais d'exploitation en vue de l'homogénéisation des produits des bacs à pistonnage hydraulique par la modification du débit et du réglage de ceux-ci.* — **Glückauf,** 1967, 12 octobre, p. 1091/1095, 10 fig.

On peut généralement admettre que la précision de la coupure d'un bac à piston bien conçu est, dans de larges limites, indépendante du débit ainsi que de la composition du charbon brut alimentaire, pour autant que les dispositifs d'évacuation soient conçus d'une manière adéquate et qu'on dispose d'une capacité d'évacuation suffisamment grande. Les séries d'essais effectués en vue des possibilités de réglage des bacs à piston ont montré qu'il n'est pas inconditionnellement exact de penser obtenir un réglage correct exclusivement en procédant à l'aide de l'organe d'évacuation, principalement en modifiant la charge ou la position du flotteur. Il s'est confirmé que dans les bacs à grains fins réglés de cette façon, le travail de la totalité de la machine est influencé de telle sorte que, par le réglage d'un produit dans une direction donnée, au moins un autre produit principal se trouve influencé dans la direction opposée. Cette action est moins caractérisée lorsqu'il s'agit de calibres plus gros. Outre celles étudiées, il existe d'autres possibilités de modifier le mode opératoire des bacs à piston, par exemple, en faisant varier l'épaisseur du lit filtrant de feldspath. De telles mesures ne peuvent pourtant que difficilement être prises en considération, en particulier pour un réglage automatique de la teneur en cendres du charbon lavé. L'étude des effets qui résultent de la modification du nombre de coups de piston et de la pression de l'air a montré qu'ici également subsiste le danger d'une influence contraire sur les produits. Il existe néanmoins des exceptions et c'est ainsi que, par l'augmentation du nombre de coups de piston, on peut parvenir à ce qu'une plus grande quantité de stériles francs soit mise au rebut sans que la propreté du charbon en soit notablement diminuée. Le réglage par la quantité d'eau du sous-bac peut s'avérer très avantageuse. Sans aucun doute, il est possible, par modification d'un apport modéré d'eau du sous-bac, d'aboutir à modifier la totalité des produits dans une direction donnée - chose souhaitable lorsqu'un des produits finals doit être obtenu avec grande pureté. Il reste cependant encore à déterminer les inconvénients que le réglage opéré par la quantité d'eau du sous-bac peut provoquer dans le reste du lavoir (dans les pompes d'eau de lavage et dans les installations de clarification).

IND. **I 35** Fiche n° **47.798**

I.H. PANU. Mathematische Beziehungen für die Durchlaufflotation in Mehrzellenmaschinen. *Relations mathématiques pour la flottation continue dans des machines à cellules multiples.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1967, septembre, p. 465/469.

L'auteur établit une équation générale pour la récupération du produit de valeur dans un appareil de flottation continue en fonction des paramètres caractérisant l'opération de flottation. Pour le cas général, la flottabilité des diverses particules de valeur est caractérisée par n'importe quelle fonction de fréquence. Lorsque ces paramètres varient on obtient des équations qui permettent de calculer la récupération du produit de valeur dans un appareil de flottation continue avec un nombre quelconque de cellules en fonction d'un faible nombre de paramètres que l'on peut déterminer expérimentalement à l'aide d'une cellule unique. Pour la flottation continue et celle par charges en présence de conditions analogues, il indique les relations qui existent entre les équations établies dans le présent ouvrage et celles de la dynamique de la flottation. L'auteur cite aussi quelques applications des équations de

la dynamique de flottation qui contribuent à la solution des problèmes soulevés par les résultats à obtenir dans les installations de flottation continue.

Résumé de la revue.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. **P 130** Fiche n° **47.962**

H. BUECHER. Die Alarmierung der Grubenwehren im Ruhrrevier. *Dispositif d'avertissement des sauveteurs dans les charbonnages de la Ruhr.* — **Glückauf,** 1967, 12 octobre, p. 1084/1090, 4 fig.

Dans la Ruhr, on utilise pour l'avertissement des sauveteurs, deux systèmes différents : 1) l'avertissement par messagers ; 2) l'avertissement par installations techniques, par boucle de sonnerie téléphonique et, en ordre croissant, par installations de radio UKW. Le procédé d'appel sélectif appliqué dans ces dernières offre la possibilité d'alerter tous les sauveteurs avec un nombre relativement peu élevé de hautes fréquences. L'équipement à transistors des appareils radio émetteurs et récepteurs actuellement usités a permis de réduire notablement les dépenses d'achat, d'entretien et de réparation des postes et d'allonger substantiellement la vie de ceux-ci. En conséquence de ce développement, il a été possible d'équiper les récepteurs d'un dispositif d'alimentation à courant de secours, ce qui a permis d'accroître la sûreté de fonctionnement du système. Une possibilité subséquente en vue d'un avertissement effectif et certain des sauveteurs, est offerte par la technique du « Rundsteurn » telle qu'elle est déjà utilisée par le service des pompiers. Dans ce système, les impulsions en fréquence acoustique (signaux audibles) émises dans le réseau urbain de distribution électrique, peuvent être captées à l'aide de petits postes récepteurs en tout point du réseau.

IND. **P 53** Fiche n° **47.957**

A. POLICARD, M. LETORT, J. CHARBONNIER, J.C. MARTIN et H. DANIEL-MOUSSARD. Rôle du quartz dans l'établissement des pneumoconioses des mineurs de charbon. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1967, septembre, p. 641/648.

Une étude a été faite sur les poussières de charbon pour déterminer si la poussière de quartz mélangée au charbon possède une nocivité spécifique, ou si elle n'intervient que d'après sa masse, comme encombrement mécanique des voies pulmonaires. La technique expérimentale a consisté en l'injection intratrachéale de poussière chez le rat (50 mg par animal) et l'examen du poumon après 3 mois.
Résultats. Les poussières prélevées dans les chantiers de mine ne présentent pas de pouvoir fibrosant intrinsèque. Ces poussières ont la propriété d'inhiber l'action du quartz (non seulement de leur propre quartz, mais aussi de celui ajouté) jusqu'à la proportion de 30 % de quartz. La poussière de quartz injectée pure produit des effets plus graves. La poussière de charbon pur a aussi ce même effet inhibiteur, mais moindre. Ceci montre que l'élément actif inhibiteur est moins le charbon lui-même que les matières minérales qui l'accompagnent (en particulier les silicates d'alumine) dans les poussières de l'atmosphère des mines. En résumé, aux taux normaux du quartz dans les poussières, cet élément paraît jouer un rôle quasi-négligeable dans l'établissement des pneumoconioses de mineurs de charbon.
Résumé de la revue.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 1100** Fiche n° **47.592**

F. BENTHAUS. Grundsätze und Ergebnisse für den Umbau von Schachtanlagen. *Principes à la base de la reconstruction des sièges et résultats obtenus.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication G 1, 12 p., 10 fig.

Après avoir défini l'étendue et la portée de la recherche des principes à la base de la reconstruction des sièges dans la République fédérale d'Allemagne, l'auteur énumère les principales raisons qui motivent cette reconstruction ; elles concernent : a) le développement technique ; b) la modification de la structure des coûts et prix de revient/t ; c) l'approfondissement des travaux et l'accession à de nouveaux champs d'exploitation ; d) les modifications intervenues dans la conjoncture, c'est-à-dire dans les conditions d'écoulement des produits et des recettes y afférentes ; e) la pénurie de main-d'oeuvre. Il analyse ensuite, en détail, les principes fondamentaux à la base de la reconstruction des sièges ; celle-ci s'exerce essentiellement sur deux plans : 1) la planification (planning et organisation), 2) l'exécution technique. Quant aux résultats de la reconstruction de l'industrie charbonnière de la RFA, qui a débuté il y a déjà quelque 10 ans, ils se concrétisent par le fait que pendant cette décennie 56 sièges ont été regroupés en 25 et que ces puits (pour autant qu'ils aient été encore en activité en 1965) ont produit une moyenne de 6524 t/jour. L'effet de la reconstruction des sièges, dans le domaine des activités de la surface se manifeste, d'une manière prépondérante, sous la forme d'économies réalisées en postes main-d'oeuvre et en frais y afférents.

IND. Q 1101 Fiche n° **47.593**

F. REY. Organisation et résultats de la concentration des sièges dans les houillères françaises. — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication G 2, 10 p., 4 fig. — **Mines** n° 129, 1967, septembre-octobre, p 205/212.

I. Evolution de la concentration en France (de 1950 à nos jours) — II. Tendance à la spécialisation des installations — III. Capacité des sièges d'extraction — IV. Moyens de la concentration. La concentration de l'extraction des sièges nécessite la mise en oeuvre de moyens importants dans les quatre domaines suivants : a) extraction du charbon — b) desserte générale des produits — c) services du personnel — d) services des terres et du matériel — V. Réalisation des sièges de concentration. Les trois solutions qui peuvent être employées : a) foncer un puits nouveau pour l'extraction ; b) foncer un puits nouveau pour les services annexes de manière à augmenter la capacité d'extraction du puits principal ; c) moderniser un ou deux puits anciens — VI. Financement et études des concentrations. Répartition des dépenses — VII. Résultats de la concentration (résultant de l'électrification des machines d'extraction, de la mise à terril des stériles, de la réduction des transports par chemin de fer à la surface, de l'augmentation de la production unitaire des chantiers au fond résultant d'une meilleure desserte, de l'accroissement des recettes grâce à une amélioration de la valorisation des produits, de la meilleure adaptation des lavoirs, etc...) — VIII. Perspectives d'avenir.

IND. Q 1101 Fiche n° **47.597**

K. REINKE. Grundsätze für die Betriebszusammenfassung untertage im Steinkohlenbergbau des Ruhrgebietes und ihre Ergebnisse. *Principes de base concernant la concentration dans les chantiers du fond et résultat de l'application de ceux-ci dans les charbonnages de la Ruhr.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication G 6, 11 p., 12 fig.

L'auteur étudie en détail chacun des facteurs de la concentration au chantier, ainsi que les principes fondamentaux à la base des mesures rationnelles à appliquer pour aboutir rapidement à une concentration efficace. Le critère pour cette concentration doit être le principe d'économie visant à atteindre le maximum de résultats financiers, avec le minimum de dépenses engagées. Si on analyse les résultats enregistrés dans la Ruhr au cours de la dernière décennie, on peut dire que parmi toutes les mesures de rationalisation qui ont pu être prises par les charbonnages pendant cette période, la concentration actuelle d'exploitation au fond est celle qui exerça la plus forte influence sur la hausse du rendement du fond (2766 kg/hp en 1966 contre 1591 kg/hp en 1956) ; de plus, la nécessité de concentrer a été très féconde, tant pour la mécanisation que pour la recherche et le développement. La même chose vaut pour le coût moyen total de la production qui, pendant la même période, n'a augmenté que de 21 % alors que les salaires et charges sociales y afférentes ont accusé une augmentation de 130 %. Le développement futur de la concentration d'exploitation dans la Ruhr sera caractérisé par une augmentation importante de la production par chantier ; associée à une diminution du nombre de chantiers, elle s'exercera d'une manière correspondante sur la concentration dans tous les domaines et activités du fond autres que les tailles. Vers 1970, on prévoit que la production moyenne par taille atteindra 600 t/jour et le rendement fond 3,5 t/hp.

IND. Q 1101 Fiche n° **47.956**

J. BOISSET, J.C. MOISDON, Y. MOREL et J.M. SCHAUVLIEGE. Recherche du meilleur réseau de galeries par analogie mécanique. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1967, septembre, p. 601/639, 75 fig.

L'objet de cette étude est la recherche du meilleur réseau de galeries reliant, dans un étage d'exploitation d'un gisement de charbon en plateures ou en semi-dressants, les points de chargement (puits intérieurs ou bouveaux montants) à un ou plusieurs puits d'extraction ou de circulation du personnel. La méthode consiste à réaliser l'équilibre mécanique d'un système de forces dans un plan. Chaque tronçon de galerie est matérialisé par un fil, soumis à une tension proportionnelle au coût total du mètre supplémentaire (creusement, équipement et coût d'utilisation) pour le tronçon correspondant. La méthode permet de prendre en compte les incertitudes sur le gisement, les contraintes géologiques et l'échelonnement dans le temps des différents travaux. Sont successivement développés les chapitres ci-après : Comment relier de façon optimale un puits à 2 points de chargement. — Comment relier de façon optimale un nombre quelconque de points à un nombre quelconque de puits ; recherche du réseau le plus court. — Introduction du coût des transports et déplacements. — Influence de l'échelonnement des dépenses dans le temps. — Déplacements des points de chargement. — Evaluation des coûts. — Prise en compte des incertitudes sur la connaissance du gisement. — Contraintes d'ordre non économique. — Conclusion.

IND. Q 1104 Fiche n° **47.554**

W. SCHMIDT-KOEHL. Verwendung von Rechenanlagen zur Lösung von Aufgaben im Bergbau. *Utilisation des installations de calcul dans l'industrie minière.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication A 4, 7 p. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre/octobre, p. 226.

Deux voies différentes s'offrent pour la manière de procéder au traitement des problèmes relevant

de la technique et de l'économie d'exploitation, toutes deux ont un objectif commun : minimiser les coûts et optimiser les résultats d'exploitation. Dans la 1ère voie, les optima partiels de fonctions individuelles de la planification et du contrôle de l'exploitation sont recherchés isolément et, ainsi, on présume que l'optimisation de ces domaines partiels aura comme résultat l'optimisation de l'ensemble de l'entreprise. C'est par de telles recherches qu'on procède, entre autres, à la détermination des dimensions optimales des champs d'exploitation, de l'emplacement des puits, des hauteurs d'étage ainsi qu'à la détermination et au contrôle des processus à coût optimum, afférents à l'abattage, au transport et à d'autres domaines d'activité. La seconde voie d'approche se base sur les relations existant dans l'exploitation des mines entre les différents facteurs de coût. Par la représentation des corrélations entre les centres de coût tels que frais de main-d'oeuvre, frais de matériel, consommation d'énergie, frais directs et indirects, etc..., on essaie de déterminer un modèle de l'ensemble de l'entreprise. A la base de cette méthode, on trouve l'idée suivante : même à partir de résultats quelque peu négatifs des domaines partiels, trouver un résultat d'ensemble positif, qui correspond à l'optimum pour l'ensemble de l'entreprise. A cette catégorie appartiennent les recherches en vue d'optimiser le degré d'activité et de mécanisation des différents chantiers et plus avant, les recherches sur la participation optimale et la disponibilité de chacun des secteurs isolés de l'entreprise. Dans la 1ère méthode, les équipements de calcul électroniques ont comme objectif principal de déterminer et d'optimiser les corrélations existant entre les facteurs individuels de rendement, tandis que dans la 2e méthode, des travaux importants sont exigés pour la collecte des données et pour la transformation du flux d'informations global, basées sur les renseignements que fournit le service commercial et sur les résultats obtenus par traitement de ces renseignements. Ces divers processus sont illustrés.

IND. **Q 1104** Fiche n° **47.555**

A. LISOWSKI et R. BROMOWICZ. Application des méthodes analytiques lors de l'étude de mise en chantier et de l'exploitation des mines profondes de charbon (en russe). — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication A 5, 12 p., 3 fig. — **Mines,** n° 129, 1967, septembre/octobre, p. 227.

Les méthodes analytiques comprennent l'ensemble des moyens modernes d'analyse, de perfectionnement des problèmes de technique et d'organisation, ainsi que des procédés de production, dans les mines en exploitation ou en préparation. L'exposé passe en revue de manière succincte les méthodes analytiques et leur influence grandissante dans la pratique de l'industrie minière. Les méthodes utilisées pour déterminer les paramètres optimaux et la structure des mines ont profité de la large utilisation de la technique électronique de calcul ; elles comportent respectivement : 1) dans le domaine de la planification, de la préparation et de la réorganisation des sièges, les méthodes de l'analyse des phases (méthode des graphes) et la méthode du chemin critique ; 2) dans le domaine de la planification des travaux d'exploitation, la programmation linéaire ; 3) lors de la planification des travaux préparatoires et leur approvisionnement en matériaux, en machines et en main-d'oeuvre, l'établissement des programmes permettant à l'aide des calculatrices l'analyse graphique, est de plus en plus appliqué ; 4) dans le domaine des projets et des décisions concernant la modernisation de l'entreprise, l'analyse stochastique (méthode découlant des files d'attente de Markov) des ensembles technologiques. Cette méthode facilite la détermination de la capacité et de la fiabilité des ensembles de transporteurs à bande, de la capacité d'emmagasinage, des dimensions des convoyeurs, etc... ; 5) méthode des « jeux des projets de modernisation » : elle permet, à l'aide d'une calculatrice et d'un programme K.S.P., une simulation de la marche de production d'une mine au cours de périodes assez longues ; 6) méthodes analytiques appliquées à la préparation des informations-clefs nécessaires à la direction (transmission à distance et traitement des informations) ; 7) méthodes de statistiques « J » basées sur la subdivision de la mine en « centres unitaires » ; 8) système central de dispatching (tableau synoptique) pour le télé-affichage de l'effet d'utilisation des engins.

IND. **Q 1140** Fiche n° **47.960**

F. BOEHM. Die Entwicklung des Ruhrreviers zu einem der führenden Bergbaureviere Europas. *Le développement du Bassin de la Ruhr vers un des bassins houillers à la tête de l'industrie houillère d'Europe.* — **Glückauf,** 1967, 12 octobre, p. 1063/1074, 19 fig.

A partir des données statistiques officielles, l'auteur caractérise l'évolution spectaculaire des charbonnages de la Ruhr au cours de la dernière décennie. Il analyse successivement : Production et écoulement de la houille pendant la période 1957-1966 et situation de celle-ci parmi les autres sources primaires d'énergie. Développement de l'importance des sièges (concentration aux puits). Conditions d'exploitation : gisements et nature des houilles extraites, profondeur d'extraction, puissance des couches. Concentration au chantier : nombre des longues tailles en activité, production par taille et par jour ; rendement taille. Concentration au fond, rendement fond. Postes consommés aux 100 t par opération, ou phase élémentaire : chantiers, travaux de préparation au rocher et au charbon, voies d'ex-

ploitation, transport principal, travaux d'entretien des galeries, services généraux et opérations auxiliaires. Taux de mécanisation des chantiers : abattage, soutènement, remblayage (dont foudroyage). Avancement journalier des chantiers d'exploitation, du creusement des bouveaux et voies d'exploitation. Conception des tailles et résultats.

IND. Q 1156 Fiche n° **47.578**

S. KOVACS et G. DOBRE. Les derniers perfectionnements dans les méthodes d'exploitation souterraine des gisements utiles dans la République Socialiste de Roumanie (en russe). — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication D 3, 9 p., 5 fig.

Description sommaire des méthodes et des moyens de la production souterraine des matières minérales de base et des perfectionnements qu'on leur a apportés au cours des dernières années en vue d'accroître le volume de la production et le rendement et d'abaisser les coûts de revient. A) *Gisements de lignites* (couches d'épaisseur variant entre 1,4 m et 7 m). La méthode d'exploitation la plus employée est celle par tailles chassantes de 100 à 200 m parcourant de longs panneaux. Déhouillement au moyen des combinés de différents types et soutènement par étançons hydrauliques avec bêles métalliques. Les couches de puissance de 3,1 à 3,2 m ont été exploitées par chambres de 4 m de largeur dont la longueur en chassant a été jusqu'à 30 m. Rendement taille : 8 t/hp. B) *Gisement de charbon de Valc Jiou.* Exploitation expérimentale par tranches horizontales et foudroyage du toit, dans la couche puissante N° 3. Déhouillement en ordre descendant par longues tailles. Soutènement par étançons et bêles métalliques. Déblocage du charbon le long du front de taille par convoyeur blindé à raclettes. Un treillis métallique est posé sur le mur de chaque tranche ; il joue le rôle de toit artificiel lors de l'exploitation des tranches inférieures. Rendement taille : 6,9 t/hp. C) *Gisements de minerai de fer et d'autres métaux.* Introduction de la méthode d'exploitation par foudroyage en partant de sous-étage (« sublevel »). L'emploi du boulonnage a été développé. Dans les filons métallifères traversant des terrains tendres, on a introduit le stockage du minerai dans les espaces exploités (chambres-magasins). Pour éviter l'agglutinage et l'oxydation du minerai ainsi stocké et pour augmenter l'effet utile de stockage, on a essayé avec succès l'exploitation par de courts piliers chassants. L'espace vide, après l'exploitation, a été remblayé et cimenté, le toit et les parois consolidés par ancrages. On a appliqué également l'exploitation par tranches inclinées de 15 à 20 m de largeur. D) *Sel gemme.* Exploitation du sel à l'état dissous, au moyen de forages, Ces derniers temps le procédé a subi les améliorations suivantes : le diamètre de la chambre de dissolution a été doublé ; les tubes, au lieu d'être déplacés journellement, ne sont plus manoeuvrés qu'une fois tous les 6 mois.

IND. Q 1162 Fiche n° **47.970**

D. JACKSON. Kentucky Carbon designs for long life and efficiency. *La Kentucky Carbon s'installe pour une exploitation de longue durée à grand rendement.* — **Coal Age,** 1967, septembre, p. 56/63, 29 fig.

La Kentucky Carbon Corp., dans le Kentucky, a installé une exploitation du type classique par chambres et piliers à flanc de coteau, déhouillement à 85 %. La couche a 1,50 m en moyenne avec bon toit. Réserves estimées à 46 ans d'exploitation. La première année de production, 1966 a donné 764.125 t avec 161 hommes, dont 59 aux fronts de taille. Le transport au fond qui couvre une distance d'environ 1800 m, utilise des navettes Joy à 6 roues sur pneus, des chargeuses Joy, également sur pneus, puis des convoyeurs à courroie et enfin des berlines de 8 t à fond basculant tirées par locomotives sur rails de 40 kg/m. Le charbon est abattu à l'explosif après forage des trous de mines par perforatrices mobiles sur chariot roulant sur pneus et havage avec haveuse Joy 140 ch, roulant sur pneus. Boulonnage du toit avec foreuses spéciales. La préparation a une capacité de 350 t/h ou 5.600 t/jour. Elle comprend des appareils à liquides denses primaires et secondaires, des tables humides, des sécheurs mécaniques, cyclones, filtres. Le charbon brut contient 12 à 14 % de cendres que la préparation réduit à 4 - 5 %.

IND. Q 117 Fiche n° **47.571**

K.N. SINHA et B. SINGH. Deep mining of minerals in India. *Exploitation en profondeur de substances minérales aux Indes.* — **Vme Congrès International des Mines,** Moscou, 1967, Communication C 3, 8 p., 5 fig.

Large tour d'horizon sur l'historique, l'état actuel et les perspectives futures de développement des industries extractives par mines profondes aux Indes. Bref aperçu sur les méthodes et les conditions spécifiques particulières de l'exploitation. — 1) *Or-Mines de Kolar.* Les exploitations ont atteint actuellement la profondeur de 3.214 m ; la température moyenne de la roche à ce niveau est de 67,7° C, circonstance qui motive la réfrigération de l'air de ventilation par des installations établies à la surface. La pression élevée des terrains pose de difficiles problèmes de soutènement du toit ; les coups de charge des terrains y sont fréquents. — 2) *Cuivre - Mines de Mosaboni.* Exploitation d'un filon incliné à 30°, dont l'épaisseur minéralisée varie de

quelques cm à 7,5 m. Les exploitations atteignent actuellement le niveau — 700 m ; les mines sont desservies par puits inclinés où circulent des skips. — 3) *Mines de houille.* a) Bassin houiller de Jharia : il comporte un grand nombre de couches puissantes, à faible profondeur (25 couches dont l'épaisseur cumulée de charbon totalise 76 m). La planification en cours envisage une production annuelle de l'ordre de 1 Mt par siège ; on compte exploiter jusqu'à 900 - 1000 m par la méthode des niveaux d'étages par longues tailles remblayées hydrauliquement au sable. b) Bassin houiller de Ranigunj. Les exploitations actuelles du siège de Chinakuri (production 280.000 t/an) atteignent la cote — 700 m ; c'est une mine moderne bien organisée, mécanisée mais grisouteuse ; elle travaille par longues tailles remblayées hydrauliquement au sable. Généralités sur la Station Centrale de Recherche Minière de Karanpura et sur ses activités dans les différents domaines de l'exploitation minière profonde.

Bibliographie

Basalts : The Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition. Volume I. **Les basaltes** : Traité de Poldervaart sur les roches de composition basaltique. 1er volume. Edité par **H.H. HESS** et feu **A. POLDERVAART** chez John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, Sussex (Grande-Bretagne). Volume in-8° cartonné. 1968 - 495 p. - nombr. fig. - Prix : 205 shillings.

Les roches basaltiques, en raison des facies les plus plus variés sous lesquels elles se présentent, constituent un des genres de roches dures et compactes les plus répandues à la surface du globe. Elles recouvrent en effet des espaces immenses du fond des océans et forment toutes les îles du type océanique. Elles abondent également sur les continents, soit comme grandes nappes de recouvrement de laves et tufs volcaniques, soit comme sills et dikes au sein de l'écorce terrestre.

Le présent ouvrage « Basalts » ou « Traité de Poldervaart sur les roches de composition basaltique », en deux volumes, est la première étude de grande envergure sur les basaltes, c'est-à-dire une des familles des roches ignées qui connaît l'extension la plus vaste.

31 auteurs pour l'ensemble des deux volumes - dont 10 dans le 1er volume - tous experts compétents, de réputation mondiale, exposent des aspects spécifiques des basaltes qui ressortissent à leur spécialité propre ; les sujets traités concernent tant la géologie, la minéralogie, les propriétés physiques et chimiques que la genèse des magmas basaltiques injectés dans le substratum rocheux et leur recristallisation sous l'effet du métamorphisme. Les principaux thèmes analysés dans l'ouvrage couvrent un large domaine qui court depuis les formes et les structures des coulées de laves et des tufs déversés lors des éruptions volcaniques jusqu'aux agrégats grenats-pyroxènes de même composition chimique et les éclogites.

L'étude porte également sur les problèmes thermaux en relation avec le refroidissement et la cristallisation des basaltes, les effets de la pression de l'eau et de l'oxygène sur la cristallisation, les éléments des basaltes qui n'existent qu'en traces, la géochimie des isotopes, etc.

En particulier dans le 1er volume dont il est ici question, figurent les contributions d'auteurs intitulées comme suit :

K.A. Macdonald — Formes et structures des roches basaltiques extrusives.

J.J. Frankel — Formes et structures des roches basaltiques intrusives.

M.G. Brown — Minéralogie des roches basaltiques.

J.F.G. Wilkinson — La pétrographie des roches basaltiques.

V. Manson — Géochimie des roches basaltiques : éléments majeurs.

M. Prinz — Géochimie des roches basaltiques : éléments mineurs ou en traces.

P.W. Gast — Géochimie des isotopes des roches volcaniques.

K. Yagi — Système de silicates en relation avec les roches basaltiques.

D.H. Green — Effets des pressions élevées sur la roche basaltique.

D.L. Hamilton et G.M. Anderson — Effets des pressions d'eau et d'oxygène sur la cristallisation des magmas basaltiques.

Des tables de classement par ordre alphabétique, tant des auteurs que des matières, facilitent grandement la compulsation du livre. A noter que Mr H.H. Hess, continuateur de l'oeuvre de feu A. Poldervaart dans le patronage et l'édition de l'ouvrage, est actuellement professeur à l'Université de Princeton (USA).

L'étude monographique de haute tenue scientifique qu'il a réalisée constitue un traité didactique, rigoureusement à jour, que les professeurs, étudiants, ainsi que tous ceux qui s'intéressent à la pétrographie, à la pétrologie, au volcanisme ou tout simplement à la « science des roches », liront avec le plus grand profit.

LEXIQUE MINIER
français-néerlandais — néerlandais-français

Inichar vous présente aujourd'hui un nouveau lexique édité en deux fascicules distincts, l'un français-néerlandais, l'autre néerlandais-français, et qui rassemble, classés par ordre alphabétique, les termes et expressions les plus importants du langage minier international et ceux du glossaire des houillères belges hérités d'un long passé industriel.

On y trouve notamment les termes des lexiques trilingues (français-allemand-anglais) préparés en collaboration par le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Charbonnages de France, l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (INICHAR), le National Coal Board et le Steinkohlenbergbauverein :

— le lexique de la Troisième Conférence Internationale sur la Préparation du Charbon (1),

— le lexique sur la Mécanisation dans les Mines de Houille (2),

— a Glossary of Automation and Remote Control (3),

— le lexique relatif aux Pressions de Terrains dont la 2ème édition vient de paraître (4).

Ce vocabulaire a été complété de manière à couvrir toutes les activités intéressant l'exploitation minière, la recherche et la documentation au service des industries extractives. On a tenu compte de la littérature scientifique et technique dépouillée à Inichar, de divers dictionnaires et lexiques et de vocables dont l'usage est entériné par des publications locales. Nous faisons à ce sujet une mention toute particulière au « Mijnbouwkundige Nomenclator » (5), lexique minier édité aux Pays-Bas depuis 1949 et qui donne la traduction des mots en cinq langues.

La K.V.I.V. qui avait publié en 1942 un lexique remarquable, le « Mijnbouwterminologie » (6) a continué sa mission en participant activement à l'élaboration de ce nouveau lexique.

L'orthographe et le genre des mots néerlandais sont conformes à la « Woordenlijst van de Nederlandse Taal » (7).

Les membres du Groupe de Travail sont conscients du fait que tout lexique contient des erreurs et des lacunes. Ils accueilleront avec reconaissance les suggestions et commentaires constructifs, et souhaitent que le lexique, dans sa forme actuelle, contribue déjà à l'amélioration de l'information et à l'accroissement des échanges scientifiques, techniques et culturels entre mineurs. Les auteurs espèrent atteindre cet objectif par une très large diffusion du lexique. L'ouvrage comporte environ 7500 termes et expressions dans l'entrée française et autant dans l'entrée néerlandaise.

Le prix est de 250 F (charbonnages belges 200 F) pour les deux fascicules. Les commandes sont à adresser à INICHAR, Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, LIEGE.

Pour le Groupe de Travail,
P. STASSEN.

---

(1) Ed. Inichar, Liège 1957. — La collection 150 F.

(2) Ed. Inichar, Liège 1963. — La pièce 35 F.

(3) Ed. National Coal Board, Londres 1965.

(4) 1ère Ed. National Coal Board, Londres 1954 ; 2ème Ed. Inichar, Liège 1967. — La collection 250 F.

(5) Ed. J.B. Wolters, Groningen-Batavia, 1949.

(6) Ed. Technologisch Instituut V.I.V., Antwerpen 1942.

(7) Staatsdrukkerij en uitgeverijsbedrijf, 's-Gravenhage, 1954.

MIJNLEXICON
Frans-Nederlands — Nederlands-Frans

Inichar stelt U hierbij een nieuw lexicon ter beschikking, dat wordt uitgegeven in twee delen : het ene met het frans vooraan, het tweede met het nederlands vooraan ; beide delen geven in alfabetische volgorde de voornaamste termen en uitdrukkingen uit de internationale mijntaal en uit de woordenschat van de belgische kolenmijnen, die een lange industriele traditie vertegenwoordigen.

Men vindt er onder meer de termen in van de drietalige lexicons (frans-duits-engels) die gemeenschappelijk werden opgesteld door het Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Charbonnages de France, het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid (Inichar), het Nationaal Coal Board en het Steinkohlenbergbauverein :

— het lexicon van de Derde Internationale Conferentie over de Steenkolenverwerking (1),

— het lexicon over de Mechanisatie in de Steenkolenmijnen (2),

— a Glossary of Automation and Remote Control (3),

— het lexicon betreffende de gesteentedruk waarvan het tweede deel zopas verschenen is (4).

Deze woordenlijst werd zodanig vervolledigd dat alle gebieden van de mijnnijverheid, het opzoekingswerk en de documentatie in verband met de extractieve nijverheden er door bestreken worden. Er werd gebruik gemaakt van wetenschappelijke en technische geschriften die bij Inichar werden uitgekamd, van verschillende woordenboeken en lexicons alsmede van woorden die door hun aanwezigheid in plaatselijke publikaties burgerrecht hebben verkregen. Wij vermelden hier heel bijzonder de « Mijnbouwkundige Nomenclator » (5), een mijnbouwkundig lexicon dat in 1949 werd uigegeven in Nederland en ieder woord in vijf talen geeft.

De K.V.I.V. had in 1942 een zeer bekend lexicon uitgegeven, de « Mijnbouwterminologie » (6), en wenste op die weg voort te gaan door actief mee te werken bij de samenstelling van het nieuwe lexicon.

Schrijfwijze en geslacht van de nederlandse woorden zijn in overeenstemming met de « Woordenlijst van de Nederlandse Taal » (7).

De leden van de Werkgroep zijn er zich van bewust dat elk lexicon fouten en leemten bevat. Zij ontvangen graag elke positieve suggestie of beoordeling, en hopen dat het lexicon reeds in zijn huidige vorm zal bijdragen tot een betere informatie en een bredere gedachtenwisseling op het wetenschappelijk, technisch en cultureel vlak in de mijnwereld. De auteurs rekenen dan ook op een brede verspreiding van het lexicon. Het werk bevat ongeveer 7.500 woorden en uitdrukkingen in elke deel.

De prijs bedraagt 250 F (belgische steenkolenmijnen 200 F) voor de twee delen. Bestellingen worden gericht aan INICHAR, Bois du Val-Benoît, rue du Chera, LIEGE.

Voor de Werkgroep,

P. STASSEN.

---

(1) Uitg. Inichar, Liège 1957. — De collectie 150 F.

(2) Uitg. Inichar, Liège 1963. — Per deel 35 F.

(3) Uitg. National Coal Board, London 1965.

(4) 1ste uitg. National Coal Board, London 1954 ; 2de uitg. Inichar, Liège 1967. — De collectie 250 F.

(5) Uitg. J.B. Wolters, Groningen-Batavia, 1949.

(6) Uitg. Technologisch Instituut V.I.V., Antwerpen 1942.

(7) Staatsdrukkerij en uitgeverijsbedrijf, 's-Gravenhage, 1954.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
rue Borrens, 37-41, Bruxelles 5 - Tél. 47.38.52 - 48.27.84

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1967, 1491 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors texte, ont été publiées.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.

2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.

3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telles que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc...

4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.

5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par Inichar de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

En outre, chaque abonné reçoit gratuitement un recueil intitulé « Administration et Jurisprudence » publiant en fascicules distincts rassemblés dans une farde cartonnée extensible, l'ensemble des lois, arrêtés, réglements, circulaires, décisions de commissions paritaires, de conférences nationales du travail ainsi que tous autres documents administratifs utiles à l'exploitant. Cette documentation est relative non seulement à l'industrie minière, mais aussi à la sidérurgie, à la métallurgie en général, aux cokeries, et à l'industrie des synthèses, carrières, électricité, gaz, pétrole, eaux et explosifs.

Les abonnés aux « Annales des Mines » peuvent recevoir **gratuitement** les Bulletins Techniques de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) : « Mines », «Houille et Dérivés». Les demandes sont à adresser à Inichar, Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, Liège.

* * *

N.B. — *Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 600 francs (650 francs belges pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 1048.29 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 37-41, à Bruxelles 5.*
Tous les abonnements partent du 1er janvier.

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

OFFICIEEL ORGAAN

van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid en van de Administratie der Mijnen

Uitgever : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
Borrensstraat, 37-41, Brussel 5 - Tel. 47.38.52 - 48.27.84

BERICHT

De Annalen der Mijnen van België verschijnen maandelijks. In 1967 werden 1491 bladzijden tekst alsmede talrijke tabellen buiten tekst gepubliceerd.

Het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid neemt de taak van het bestuur en de redactie van het tijdschrift op zich. Dit laatste vormt een wezenlijk arbeidsinstrument voor een groot aantal nationale bedrijven dank zij het verspreiden en het algemeen bruikbaar maken van een zeer rijke documentatie :

1) Zeer recente statistieken betreffende België en de aangrenzende landen.

2) Originele memories, gewijd aan al de problemen van de extractieve nijverheden, de kolen- en de ijzer- en staalnijverheid, de chemische nijverheid en andere, onder haar veelvoudige technische, economische, sociale, statistische en financiële aspekten.

3) Regelmatige verslagen — principieel jaarlijkse — opgesteld door bevoegde personaliteiten, betreffende bepaalde grote problemen zoals de mijntechniek in 't algemeen, de veiligheid in de mijnen, de mijnhygiëne, de evolutie van de sociale wetgeving, de statistiek van de mijnen, van de groeven, van de ijzer- en staalnijverheid, van de agglomeratenfabrieken voor België en aangrenzende landen, de toestand van de steenkolennijverheid over de gehele wereld, enz.

4) Vertalingen, samenvattingen of ontledingen van aan buitenlandse tijdschriften ontleende artikelen.

5) Een bibliografische inhoudsopgave, opgesteld na grondig onderzoek van alle publicaties ter wereld die betrekking hebben op de door de Annalen der Mijnen behandelde onderwerpen.

Elk artikel wordt voorafgegaan van een beknopte samenvatting in 't Frans, in 't Nederlands, in 't Duits en in 't Engels.

Bovendien ontvangt ieder abonnee een verzameling getiteld « Administratie en Rechtspraak » en die — in onderscheiden bundels in een rekbare gekartoneerde omslag — de gezamenlijke wetten, besluiten, reglementen, omzendbrieven, beslissingen van paritaire comité's en van internationale arbeidsconferenties publiceert, alsmede alle andere voor de exploitant nuttige administratieve bescheiden. Deze documentatie betreft niet alléén de steenkolennijverheid, doch ook de staalnijverheid, de metaalnijverheid in 't algemeen, de cokes- en synthese nijverheid, de groeven, de elektriciteit, het gas, de aardolie, het water en de springstoffen.

De abonnees van de « Annalen der Mijnen » bekomen insgelijks, kosteloos en op aanvraag, de door het Nationaal Instituut voor de steenkolenmijnen opgestelde technische tijdschriften : « Mijnen » en « Steenkolen en Derivaten ». Het volstaat een aanvraag te richten tot **Inichar,** Bois du Val-Benoît, rue du Chéra, Liège.

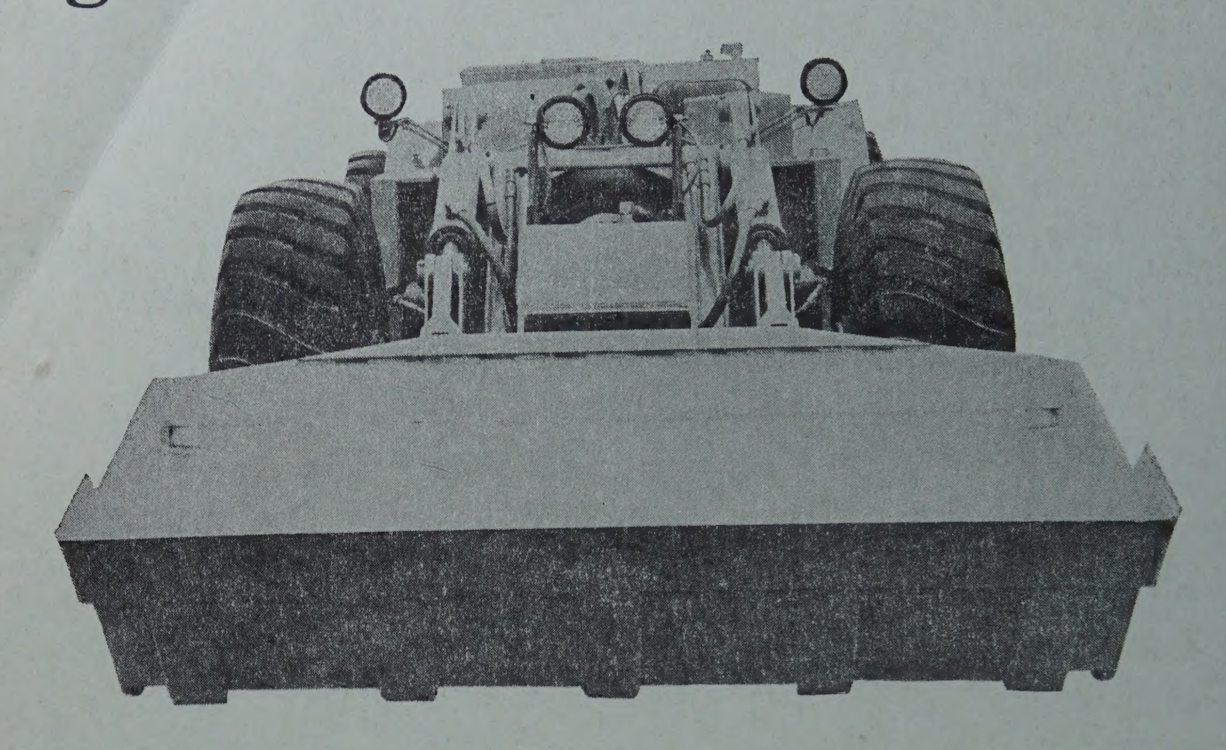
* * *

N.B. — *Men abonneert zich door de som van 600 F over te schrijven op de postrekening n^r 10.48.29 van « Editions Techniques et Scientifiques », Borrensstraat, 37-41, te Brussel 5.*

Alle abonnementen nemen aanvang van 1 januari af.

Men bekomt, kosteloos en op aanvraag, de publiciteitstarieven alsmede een proefaflevering.

Dans la gamme 'Wagner' quel est l chargeur dont vous avez besoin



MODÈLE	CAPACITÉ	HAUTEUR	LARGEUR	PUISSANCE
MS 1H	765 litres	1,55 m	1,98 m	78 CV
MS 1F	765 litres	1,55 m	1,98 m	78 CV
MS 1½	1100 litres	1,65 m	2,06 m	78 CV
MS 2	1500 litres	1,80 m	2,54 m	145 CV
SD 2½	1900 litres	1,78 m	2,54 m	145 CV
MS 3	2500 litres	1,93 m	2,70 m	195 CV
ST 1	765 litres	1,20 m	1,80 m	78 CV
ST 1½A	1100 litres	1,57 m	1,88 m	78 CV
ST 1½S	1100 litres	1,27 m	2,49 m	78 CV
ST 1½	1100 litres	1,22 m	2,16 m	78 CV
ST 4A*	3000 litres	1,60 m	2,44 m	145 CV
ST 5A*	3800 litres	1,65 m	2,44 m	195 CV
ST 8	6000 litres	1,87 m	2,44 m	250 CV

La WAGNER MINING SCOOP est le seul constr teur à présenter une gamme complète d'engins chargement et de transport destinés aux exploitati minières, chacun des 13 modèles correspondant une condition particulière de travail.

Un chargeur WAGNER est l'outil indispensabl l'exploitation. Des petites unités, appréciées dans travaux préparatoires, aux gros chargeurs, assura une production élevée sur de longues distances, to ont des applications multiples : traçages, galer montantes, chargement en recoupes, déchargem sur bandes convoyeuses, préparation ou finition c chantiers, tri du minerai, travail dans l'eau, reprise d stocks...

Les travaux impossibles à réaliser avec les équipeme classiques, le sont désormais grâce à ce matériel.

* Les appareils peuvent être munis d'un équipement antidé grant agréé.



L'ÉQUIPEMENT MINIER | 38 rue du Louvre, 75 / Paris 1er
69 rue de Maréville, Laxou, 54/Nancy



Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l. 37-41, rue Borrens, Bruxelles 5

Drukkerij Robert LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat, 37-41, Brussel 5